



Trabajo para la obtención del Título de Graduado
en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

EVOLUCIÓN DE LA PÉRDIDA DE PESO EN DOS PERSONAS SOMETIDAS A UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON DISTINTOS EJERCICIOS

Autor:

D. JAVIER GIMÉNEZ ROMO

Departamento de Salud y Rendimiento Humano de la Facultad de Ciencias de la
Actividad Física y del Deporte (INEF)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Curso 2013-2014



Trabajo para la obtención del Título de Graduado
en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

EVOLUCIÓN DE LA PÉRDIDA DE PESO EN DOS PERSONAS SOMETIDAS A UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON DISTINTOS EJERCICIOS

Autor:

D. JAVIER GIMÉNEZ ROMO

Dirigido por:

Dra. Ana Belén Peinado Lozano

(Doctora en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte)

Departamento de Salud y Rendimiento Humano de la Facultad de Ciencias de la
Actividad Física y del Deporte (INEF)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Curso 2013-2014

Agradecimientos

Primeramente quería dar las gracias a mi madre por apoyarme en todo lo que he hecho hasta el día de hoy y guiarme por el camino que ella ha considerado el mejor. Si no hubiera sido por ella nunca hubiera podido llegar a escribir estas líneas.

En segundo lugar, agradecer a las dos participantes del trabajo, una de ellas mi hermana y la otra su amiga (ahora también la mía), por buscar tiempo de donde a veces no lo tenían y entrenar conmigo tres horas a la semana dando lo mejor de ellas. Gracias de verdad por implicaros tanto en los entrenamientos. Y espero que, aunque solo sea un poco, os haya removido la curiosidad por seguir realizando ejercicio físico. Creo que ahora os sentís mejor que antes y eso es mucho más importante que pesar más o menos kilos. Como siempre os he dicho lo que más importa son las sensaciones, que os cueste menos subir escaleras, que os sintáis mejor cuando estáis sentadas, comprar ropa de unas cuantas tallas menos... Eso es lo verdaderamente importante. ¡Gracias chicas!

No quiero olvidarme del Dr. Jesús Rivilla García. He estado colaborando junto a él desde el segundo año de carrera y esto ha sido lo mejor que me ha podido pasar. Quizás suene mal decirlo, pero mi aprendizaje durante estos cuatro años de carrera se lo debo más a él que a muchas de las asignaturas y horas en la facultad por las que he pasado. Gracias por confiar en mí.

Y por último agradecer a mi tutora, la Dra. Ana Belén Peinado Lozano, por haberme elegido como alumno para este trabajo, por haber confiado en mí desde el primer momento, y por guiarme a hacer un trabajo que nunca hubiera imaginado así.

*“Haz de tu vida un sueño,
y de tu sueño una realidad”*

Antoine de Saint-Exupéry

Índice de contenidos

Agradecimientos	V
Índice de tablas	XIII
Índice de figuras	XV
Índice de ecuaciones	XV
Índice de abreviaturas.....	XVII
Resumen	XIX
Abstract	XXI
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Introducción	1
1.2. La problemática de la obesidad en la sociedad actual	2
1.2.1 Clasificación y valoración de la obesidad	3
1.2.2 Causas y factores asociados a la obesidad	8
1.2.3 Asociación con otras patologías	11
1.2.3.1 Enfermedad cardiovascular	12
1.2.3.2 Diabetes tipo 2	12
1.2.3.3 Síndrome metabólico	13
1.3. Programas de intervención para el tratamiento de la obesidad: dieta y ejercicio	13
2. OBJETIVOS DEL TRABAJO	17
3. MATERIAL Y MÉTODOS	19
3.1. Descripción de los participantes	19
3.2. Descripción del programa nutricional y de entrenamiento	19
3.2.1. Recomendaciones nutricionales y de actividad física	19
3.2.2. Descripción y justificación de los protocolos de entrenamiento	21
3.2.2.1. Tipo de ejercicio y planificación	21
3.2.2.2. Métodos de entrenamiento	27
3.2.2.3. Intensidad.....	28
3.2.2.4. Volumen	29

3.2.2.5. Velocidad de ejecución.....	29
3.3. Temporalización	30
3.4. Pruebas de evaluación. Composición corporal, pruebas físicas y acelerometría	32
3.4.1. Valoración de la condición anatómica	32
3.4.1.1. Estatura	32
3.4.1.2. Peso corporal.....	32
3.4.1.3. Perímetros.....	33
3.4.1.3.1. Perímetro del brazo relajado.....	33
3.4.1.3.2. Perímetro del tórax	33
3.4.1.3.3. Perímetro de la cintura.....	34
3.4.1.3.4. Perímetro abdominal medio	34
3.4.1.3.5. Perímetro de la cadera	34
3.4.1.3.6. Perímetro del muslo.....	34
3.4.1.3.7. Perímetro del gemelo.....	34
3.4.1.4. Porcentaje de grasa.....	34
3.4.1.4.1. Bioimpedancia eléctrica	34
3.4.1.4.2. Pliegues	35
3.4.1.5. IMC	35
3.4.1.6. Índice cintura/cadera (ICC).....	35
3.4.1.7. Índice cintura/altura.....	36
3.4.2. Pruebas físicas	36
3.4.2.1. Valoración cardiovascular	36
3.4.2.1.1. Índice cardiaco de Ruffier.....	36
3.4.2.1.2. Harvard Step Test	37
3.4.2.2. Valoración de la resistencia muscular	37
3.4.2.3. Valoración de la flexibilidad	38
3.4.2.3.1. YMCA Sit and Reach Test.....	38
3.4.2.3.2. Back Scratch	38
3.4.3. Gasto energético	39
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1. Peso corporal, IMC y porcentaje de grasa.....	41

4.2. Perímetros e índice cintura/altura.	44
4.3. Índice cardiaco de Ruffier.....	46
4.4. Harvard Step Test.....	47
4.5. Valoración de la resistencia muscular.	47
4.6 YMCA Sit and Reach Test.....	50
4.7. Back Scratch	51
4.8. Gasto energético	51
5. CONCLUSIONES.....	55
6. LIMITACIONES Y FUTUROS TRABAJOS EN ESTE CAMPO	57
7. APLICACIONES PRÁCTICAS	59
8. BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	69

Índice de tablas

Tabla 1. Relación del índice de masa corporal (IMC) con el sobrepeso y obesidad. Adaptada de World Health Organization (WHO), 1995.	4
Tabla 2. Predicción del porcentaje de grasa basado en el sexo para Afroamericanos y Blancos. Adaptada de Gallagher D., 2000.	6
Tabla 3. Indicadores y puntos de corte del perímetro de la cintura para la determinación de riesgo asociado a obesidad. Modificada de Lean ME., 1995.	7
Tabla 4. Valores de referencia para el ICC.....	8
Tabla 5. Influencias ambientales sobre la ingesta de alimentos y actividad física. Modificada de González M., 2008.....	9
Tabla 6. Recomendaciones de ingestas de agua. Tomada de Benelam B., 2010.	20
Tabla 7. Fase de programación. Propuesta para el establecimiento de periodos en función de la fase de entrenamiento. Modificada de Heredia JR., 2012.	23
Tabla 8. Planificación del entrenamiento.....	24
Tabla 9. Descripción de algunos de los ejercicios utilizados en el programa de entrenamiento.	25
Tabla 10. Cronograma de las pruebas de valoración.	31
Tabla 11. Valores de referencia índice cardiaco de Ruffier.....	37
Tabla 12. Valores de referencia de Harvard Step Test.	37
Tabla 13: Cargas modificadas del Test de Resistencia Dinámica de Heyward.	38
Tabla 14. Ejercicios a utilizar para el Test de Resistencia Dinámica de Heyward. Modificada de Heyward VH., 2008.....	38
Tabla 15. Grado de movilidad según el Back Scratch.	39
Tabla 16. Resultados de pérdida de peso.....	42
Tabla 17. Evolución del IMC a lo largo de las 10 semanas de entrenamiento.	43
Tabla 18. Resultados de perímetros I.....	45
Tabla 19. Resultados de perímetros II.....	45
Tabla 20. Resultados de ICC.	46
Tabla 21. Resultados del Índice cardiaco de Ruffier.....	46
Tabla 22. Resultados del ejercicio encogimiento frontal abdominal.	48
Tabla 23. Resultados del ejercicio flexiones de brazos con rodillas apoyadas.....	48
Tabla 24. Resultados del ejercicio curl de bíceps.	48

Tabla 25. Resultados del ejercicio press de banca.	49
Tabla 26. Resultados del ejercicio jalón al pecho.	49
Tabla 27. Resultados del ejercicio extensión de rodillas.	49
Tabla 28. Resultados del ejercicio flexión de rodillas.	50
Tabla 29. Resultados del YMCA Sit and Reach Test.	51
Tabla 30. Resultados del Back Scratch test.	51
Tabla 31. Resultados de gasto energético.	52

Índice de figuras

Figura 1. Incremento relativo (%) de la prevalencia de las distintas categorías de índice de masa corporal (IMC) entre 1993 y 2006 según la encuesta nacional de la salud (EMS) (datos brutos). Tomada de Basterra-Gortari FJ., 2011.	2
Figura 2. Algoritmos propuestos para el diagnóstico de la obesidad. Tomada de López-Jiménez F., 2010.	5
Figura 3. Elementos que intervienen en la teoría del equilibrio energético. Modificada de González M., 2008.	8
Figura 4. Ejemplo de ejercicio global.	25
Figura 5. OMNI-RES (Escala de Esfuerzo Percibido para el Entrenamiento de Fuerza). Tomada de Lagally KM, 2006.	29
Figura 6. Tallímetro de pared.	32
Figura 7. Tanita BC-601.	33
Figura 8. Cinta métrica Cescorf.	33
Figura 9. BodyMedia Link Armband.	39
Figura 10. Evolución del peso corporal a lo largo de las 10 semanas de entrenamiento en las dos participantes del trabajo.	42
Figura 11. Evolución de la grasa corporal a lo largo de las 10 semanas de entrenamiento en las dos participantes del trabajo.	43
Figura 12. Resultados del índice cardiaco de Ruffier.	47

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Calcular el %GC en personas obesas.	35
Ecuación 2. Calcular el IMC.	35
Ecuación 3. Calcular el ICC.	36
Ecuación 4. Calcular el Índice cintura-altura.	36
Ecuación 5. Ecuación para calcular el Índice Cardíaco de Ruffier.	36
Ecuación 6. Ecuación para calcular el índice de eficiencia del Harvard Step Test.	37

Índice de abreviaturas

ACSM	American College of Sports Medicine (Colegio Americano de Medicina del Deporte)
BIA	Bioimpedancia eléctrica
BMI	Body mass index
DEXA	Densitometría Dual de Rayos X
EG	Entrenamiento de fuerza con ejercicios globales
ET	Entrenamiento de fuerza tradicional
GLUT4	Glucose transporter type 4 (Transportador de glucosa tipo 4)
HDL-C	Lipoproteína colesterol de alta densidad
ICC	Índice cintura-cadera
IMC	Índice de masa corporal
ISAK	The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (La Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría)
LDL-C	Lipoproteína colesterol de baja densidad
NCEP	National Cholesterol Education Program (Programa Nacional de Educación sobre Colesterol)
NHLBI	National Heart, Lung, and Blood Institute (Instituto Nacional del Corazón, Pulmones y Sangre)
OMNI-RES	Percived Exertion Escale for Resistance Exercise (Escala de Esfuerzo Percibido para el Entrenamiento de Fuerza)
OMS	Organización Mundial de la Salud
RM	Repetición máxima
SEPAS	Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria
WHO	World Health Organization

Resumen

Introducción: El sobrepeso y la obesidad, que son definidos según la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud, están a la orden del día en nuestro país. Sabemos que el número de personas obesas y con sobrepeso está aumentando desde hace muchos años y que la obesidad mórbida en nuestro país ha crecido significativamente (200%) desde el año 1993 hasta el 2006.

Objetivos: Evaluar la eficacia que tiene un entrenamiento de fuerza “tradicional” (ET) y un entrenamiento de fuerza con ejercicios más globales (EG) en dos personas distintas con obesidad para observar cuál de ellos es más efectivo tanto para la pérdida de grasa corporal como para la mejora del estado de forma. Y comparar el gasto energético que tienen estos dos tipos de entrenamiento.

Material y métodos: Dos mujeres de 30 años sedentarias, obesas y sin experiencia en el entrenamiento de fuerza han sido elegidas para el trabajo. Una de ellas realizó un entrenamiento de fuerza “tradicional” (ET) y la otra un entrenamiento de fuerza con ejercicios globales (EG) durante un periodo de 10 semanas. Se les dio unas recomendaciones nutricionales y de estilo de vida.

Resultados: Ambas participantes perdieron prácticamente el mismo peso (-5,3 y -5,7 kg para ET y EG respectivamente) y grasa corporal (-4,1% y -3,5% para ET y EG respectivamente). El EG obtuvo un mayor gasto energético en la mayoría de los entrenamientos.

Conclusiones: Los resultados de este trabajo muestran que tanto un ET como un EG podrían ser efectivos para lograr una pérdida de peso y grasa corporal sin necesidad de seguir una dieta estricta y sin realizar ejercicio aeróbico. El EG tuvo generalmente un mayor gasto energético durante los entrenamientos realizados en comparación con ET.

Palabras clave: Ejercicio físico, entrenamiento de fuerza, pérdida de peso, pérdida de grasa, obesidad.

Abstract

Introduction: Overweight and obesity are defined by the World Health Organization (WHO) as abnormal or excessive accumulation fat that may become unhealthy. These ones are so common in our country. We know that the number of obese and overweight people are increasing since many years ago and morbid obesity has increased (200%) from 1993 to 2006 in our country significantly.

Objectives: Evaluate the efficacy that a "traditional" strength training (ET) and strength training with more global exercise (EG) have in two different people with obesity in order to watch which one is more effective for losing body fat and to improve fitness. Compare energy expenditure of both kind of strength training.

Material and Methods: Two 30 years-old-women who are sedentary and obese people without any experience in strength training have been chosen for the research. One of them performed a "traditional" strength training (ET) and the other one performed a strength training with global exercises (EG) for a period of 10 weeks. They received a nutritional and lifestyle recommendations.

Results: Both participants lost around the same weight (-5.3 and -5.7 kg for ET and EG respectively) and body fat (-4.1% and -3.5% respectively for ET and EG). EG obtained more energy expenditure in most training sessions.

Conclusions: The results of this research show that ET and EG could be effective in order to lose weight and body fat without following a strict diet neither aerobic exercise. The EG generally had more energy expenditure during training sessions in comparison with ET.

Keywords: Physical exercise, strength training, weight loss, fat loss, obesity.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Introducción

El sobrepeso y la obesidad son definidos según la OMS (Organización Mundial de la Salud) como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud (1). También se puede definir como un porcentaje de grasa superior al adecuado y que supone un factor de riesgo para un cuadro múltiple de morbilidad y una reducción en la esperanza de vida (2), o como una acumulación excesiva de grasa que contribuye a problemas cardíacos, hipertensión, diabetes, y algunos tipos de cáncer así como dificultades psicosociales y económicas (3).

Siempre se ha venido a decir que lo más eficaz para la pérdida de peso es un entrenamiento aeróbico a baja intensidad. Y hoy en día, los trabajadores de muchos centros deportivos siguen recomendando este tipo de entrenamiento (correr, andar, bicicleta elíptica, bicicleta estática, etc.) a sus clientes dejando de lado el entrenamiento de fuerza. Es verdad que el entrenamiento aeróbico es eficaz para lograr perder peso (4,5), al igual que el entrenamiento de fuerza también lo es. Y sabemos que lo más efectivo es la combinación de ambos (6,7). Pero, ¿es recomendable que una persona sedentaria y obesa o con sobrepeso empiece a correr o a hacer algún tipo de actividad aeróbica con impacto? ¿no será más saludable que realice un entrenamiento de fuerza para que la masa muscular no disminuya (o incluso aumente) y así no disminuya su gasto energético en reposo, y además aumente sus niveles de fuerza a la vez que va perdiendo peso para posteriormente poder realizar algunas de esas actividades?

Mediante este trabajo queremos evaluar si un entrenamiento de fuerza por si sólo es eficaz para lograr una pérdida de peso sin necesidad de incorporar ningún otro tipo de ejercicio. Y además, comprobar qué tipo de ejercicios son más eficaces a la hora de conseguir una mayor pérdida de peso.

1.2. La problemática de la obesidad en la sociedad actual

El sobrepeso y la obesidad están a la orden del día en nuestro país. Sabemos que el número de personas obesas y con sobrepeso está aumentando desde hace muchos años y que la obesidad mórbida en nuestro país ha crecido significativamente (200%) desde el año 1993 hasta el 2006 (8)(Figura 1).

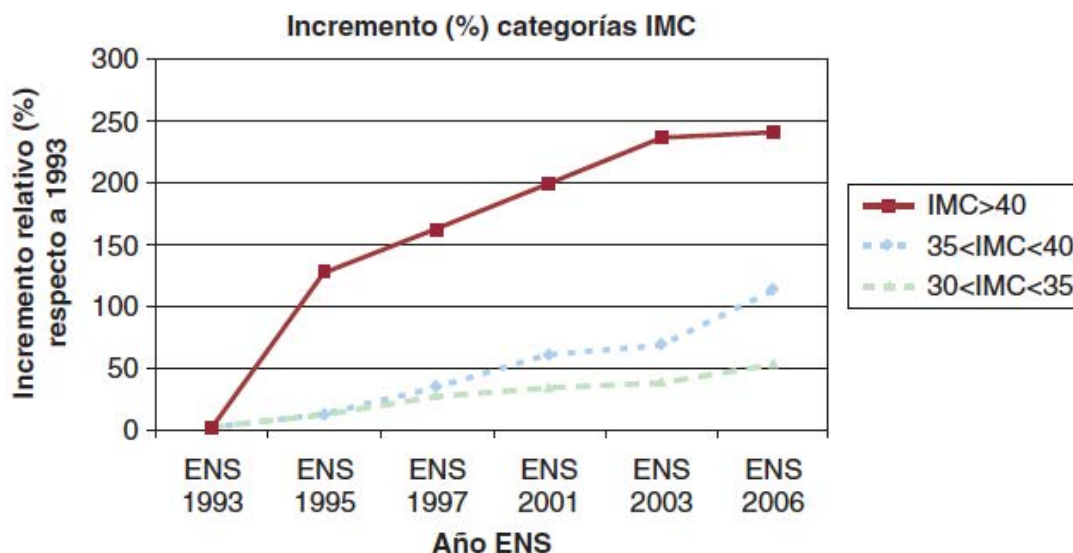


Figura 1. Incremento relativo (%) de la prevalencia de las distintas categorías de índice de masa corporal (IMC) entre 1993 y 2006 según la encuesta nacional de la salud (ENS) (datos brutos). Tomada de Basterra-Gortari FJ., 2011.

En España el 62% de la población tiene exceso de peso: en concreto el 39% tiene sobrepeso y el 23% obesidad (9). La prevalencia de obesidad infantil en España se encuentra entre las mayores de Europa, junto con Malta, Italia, Reino Unido y Grecia. El informe SEPAS (Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria) 2010 refería valores de exceso de peso infantil del 35% (el 20% de sobrepeso y el 15% de obesidad), por lo que estamos ante un factor de riesgo cada vez mayor (10). La población española de entre 8 y 17 años de edad en 2012 tenía una prevalencia de sobrepeso del 26% y de obesidad del 12,6%, lo que supone aproximadamente que 4 de cada 10 jóvenes españoles de estas edades padecen el factor de riesgo cardiovascular que es el exceso de peso. Y tanto el sobrepeso como la obesidad en la infancia son importantes indicadores de que esas personas sean obesas

en la edad adulta. Se considera que existe un 80% de posibilidades de que así ocurra (2).

El sobrepeso y la obesidad conlleva costes elevadísimos para nuestro país, tanto de forma directa (costes sanitarios) (10), como de forma indirecta (absentismo laboral, menos productividad en el trabajo, etc.) (11). Actualmente, se calcula que un 7% del gasto sanitario total de los países desarrollados está relacionado con la obesidad (2). El coste en el tratamiento de la reducción de peso se estima que excede los 117 billones de dólares anuales (3). Pero la actuación sobre los factores de riesgo modificables y presentes en el sujeto durante largo tiempo, en algunos casos desde la infancia (como la obesidad), no se ha convertido en prioritaria hasta el momento (10).

1.2.1 Clasificación y valoración de la obesidad

En 1995 la OMS definió que una persona es obesa cuando su Índice de Masa Corporal (IMC) (cociente entre el peso corporal en kilogramos y el cuadrado de la estatura en metros) está por encima de 30 kg/m^2 , y que una persona tiene sobrepeso cuando su IMC es igual o está por encima de 25 kg/m^2 (1,3) (tabla 1).

Tabla 1. Relación del índice de masa corporal (IMC) con el sobrepeso y obesidad. Adaptada de World Health Organization (WHO), 1995.

Clasificación	IMC (kg/m ²)	
	Principales puntos de corte	Adicionales puntos de corte
Bajo peso	<18,50	<18,50
Delgadez severa	<16,00	<16,00
Delgadez moderada	16,00-16,99	16,00-16,99
Delgadez leve	17,00-18,49	17,00-18,49
Rango normal	18,50-24,99	18,50-22,99
		23,00-24,99
Sobrepeso	≥25,00	≥25,00
Pre-obesidad	25,00-29,99	25,00-27,49
		27,50-29,99
Obesidad	≥30,00	≥30,00
Obesidad clase I	30,00-34,99	30,00-32,49
		32,50-34,99
Obesidad clase II	35,00-39,99	35,00-37,49
		37,50-39,99
Obesidad clase III	≥40,00	≥40,00

Estos valores es importante que sean conocidos por toda la población, ya que se ha estudiado que aquellas personas que tienen algún tipo de enfermedad cardiovascular y se les ha diagnosticado que son obesas hacen más por perder peso que aquellas a las que no se les diagnostica (12). Y hoy en día sigue habiendo médicos que a personas que tienen un IMC mayor de 30 kg/m² no les diagnostican que son obesas (12). Por lo que es importante que los médicos sean los primeros en hacer conocer al paciente qué valores son los saludables para que así haya más probabilidades de que el paciente ponga remedio a su sobrepeso u obesidad.

Aunque por otro lado, no solo debemos de apoyarnos en el IMC para determinar si una persona es obesa o no, ya que si sólo nos fijáramos en esto, habría personas con exceso de grasa que podrían no estar dentro de este grupo debido a que el IMC sólo tiene en cuenta el peso y la altura. Y por otra parte, podría haber personas con mucha masa muscular que si entraran dentro de este grupo aunque su porcentaje de grasa fuera óptimo. Por ello es importante tener en cuenta otras medidas, como

puede ser la medida de la cintura, el índice cintura/cadera, el índice cintura/altura o, aún mejor, un estudio antropométrico con medida de pliegues para determinar el porcentaje de grasa (13), entre otras metodologías de estimación y medición de la composición corporal. En la figura 2 podemos ver una propuesta de qué procedimiento seguir para determinar si una persona es obesa o no utilizando distintas metodologías.

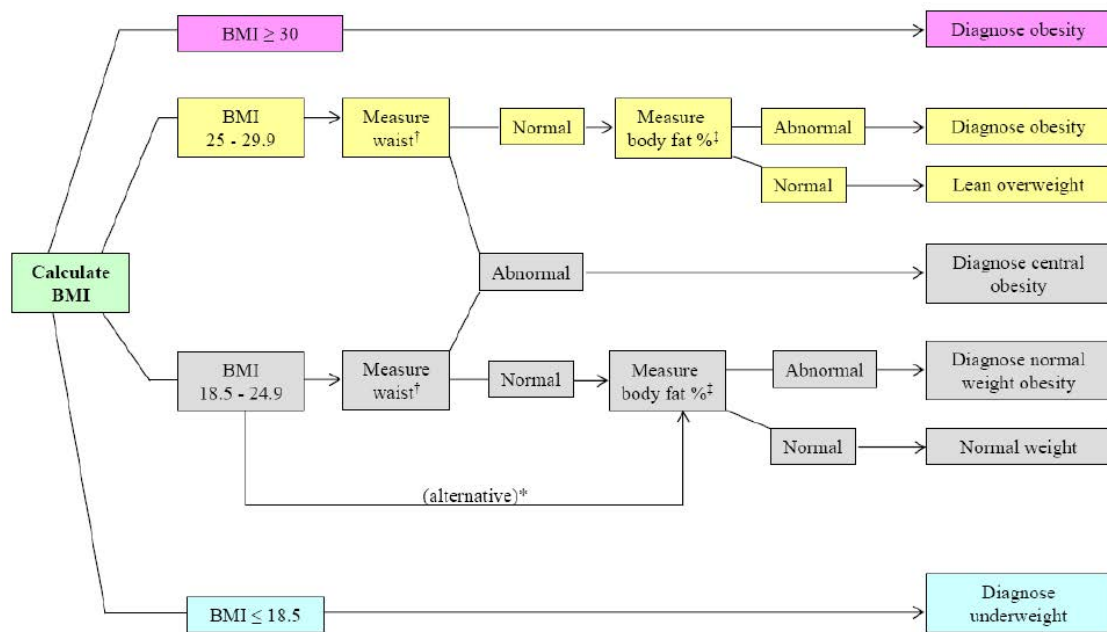


Figura 2. Algoritmos propuestos para el diagnóstico de la obesidad. Tomada de López-Jiménez F., 2010.

Aunque según la OMS el IMC proporciona la medida más útil de sobrepeso y obesidad, si definimos esta como un exceso de grasa, lo más lógico sería que la medida más válida sea el porcentaje de grasa corporal (tabla 2). Hay muchas tablas para estimar si una persona es obesa o no según el porcentaje de grasa corporal, y siempre dependen del sexo, la raza y la edad. En un varón adulto de peso normal el porcentaje de grasa se encuentra alrededor del 15% y en la mujer alrededor del 25% (2). En la tabla 2 podemos ver como estimar el porcentaje de grasa en función del IMC de una forma válida, ya que tiene en cuenta la edad, que es uno de los principales factores que afectan al porcentaje de grasa (a medida que crecemos el porcentaje de grasa va en aumento) (14), el sexo y el grupo étnico.

Tabla 2. Predicción del porcentaje de grasa basado en el sexo para Afroamericanos y Blancos. Adaptada de Gallagher D., 2000.

Sexo e IMC (Kg/m ²)	20-39 años	40-59 años	50-79 años
Mujeres	%		
BMI <18,5	21	23	24
BMI ≥25	33	34	36
BMI ≥30	39	40	42
Hombres	%		
BMI <18,5	8	11	13
BMI ≥25	20	22	25
BMI ≥30	25	28	30

Para medir el porcentaje de grasa corporal tenemos distintos métodos. La Densitometría Dual de Rayos X (DEXA) es uno de los métodos más exactos y precisos para medir el total de grasa corporal, masa magra y densidad mineral ósea, pero requiere de un sistema especializado y costoso y la exposición a los rayos X (15). Es una técnica no invasiva cuya realización dura entre 10 y 20 minutos y con sólo un margen de error del 2-3% de la grasa corporal total (2).

La densitometría también es utilizada y se basa en el Principio de Arquímedes, que dice que el volumen de agua que desplaza un objeto sumergido es igual al volumen de dicho objeto. Considera al organismo como un modelo formado por masa grasa y masa libre de grasa. Existen dos métodos: el pesaje hidrostático (preciso pero costoso de realizar, además la persona puede sentir angustia por estar tanto tiempo sumergida en el agua) y la pletismografía por desplazamiento de aire (fácil manejo, elevada precisión y poco tiempo para realizar la medición) (2).

Otro método muy utilizado es la bioimpedancia eléctrica (BIA), que es un método rápido, barato y no invasivo para evaluar la composición corporal. Esta mide la oposición al flujo de una corriente por el cuerpo entero. La resistencia al flujo de corriente será más grande en individuos con cantidades más grandes de tejido adiposo, dado que este es un conductor pobre de la electricidad debido a su bajo volumen de agua. Y el tejido muscular será un gran conductor eléctrico, ya que es un tejido acuoso con gran disolución de electrolitos (no como la grasa y el hueso). Las

medidas de impedancia se hayan estrechamente relacionadas con la cantidad de agua corporal total (16).

También se puede utilizar la antropometría para medir el porcentaje de grasa corporal por el método de los pliegues de grasa. La antropometría se refiere a las diferentes medidas del tamaño y las proporciones del cuerpo humano. Las ecuaciones antropométricas de predicción permiten estimar las componentes de la composición corporal: grasa, músculo, hueso y masa residual (16). El método de pliegues se usa para estimar la composición corporal en múltiples poblaciones y con diferentes características. Este método se basa en la medida del espesor del tejido subcutáneo adiposo en lugares bien definidos y protocolizados. En individuos obesos este método no es el recomendado ya que existe mucha dificultad en su técnica y mucha variabilidad en las medidas, por lo que la toma de perímetros es preferible a la de pliegues de grasa cuando se trata de evaluar a este tipo de personas (16).

Dentro de la medida de los perímetros, la circunferencia de la cintura también es un gran indicador para observar si una persona es obesa o no. Algunos estudios muestran que este valor es más fiable que el IMC para detectar que una persona es obesa (17,18). Esta medida se realiza midiendo el perímetro de la cintura (nivel del punto más estrecho entre el último arco costal y la cresta iliaca (19)). El primer nivel de acción de riesgo de salud está en 94 cm de circunferencia para los hombres y en 80 cm para las mujeres, y las medidas con las que existe un riesgo elevado de salud están en 102 cm para los hombres y 88 cm para las mujeres (20) (tabla 3).

Tabla 3. Indicadores y puntos de corte del perímetro de la cintura para la determinación de riesgo asociado a obesidad. Modificada de Lean ME., 1995.

Sexo	Riesgo Bajo	Puntos de corte. Riesgo aumentado.	Riesgo muy elevado
Perímetro cintura (cm)			
Hombres	<94	94-101	≥102
Mujeres	<80	80-87	≥88

El índice cintura/cadera también es utilizado para saber si una persona es obesa o no (tabla 4). Es el cociente del perímetro de la cintura y el perímetro de la cadera en cm.

Tabla 4. Valores de referencia para el ICC

Valor	ICC	
	Hombres	Mujeres
Delgadez	<78	<71
Óptimo	Entre 78 y 93	Entre 71 y 84
Sobrepeso	>93	>84

Otro índice aún más fiable para saber si una persona es obesa es el índice cintura/altura (21). Ya que no es lo mismo que una persona tenga un perímetro de cintura de 88 cm y mida 160 cm, a que mida 190cm. Las personas que tienen un valor por encima de 0,5 se puede decir que tienen riesgos de salud.

1.2.2 Causas y factores asociados a la obesidad

La obesidad es una enfermedad crónica, multifactorial y compleja, mucho más que el simple resultado de un desequilibrio energético (2). Siempre se ha pensado que una persona es obesa porque simplemente come más de lo que gasta y no hay nada más que influya en esto (teoría del equilibrio energético) (figura 3).

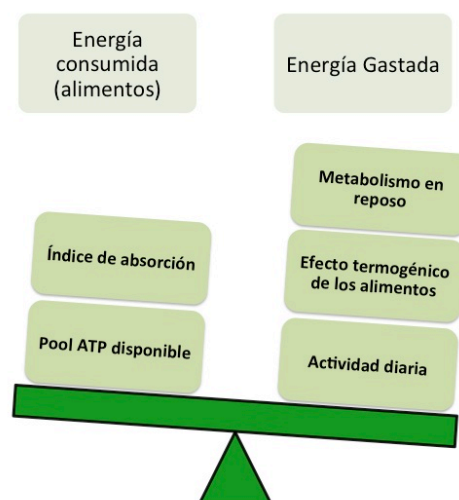


Figura 3. Elementos que intervienen en la teoría del equilibrio energético. Modificada de González M., 2008.

Pero con el tiempo se ha ido estudiando que existen muchos factores a tener en cuenta a la hora de saber si una persona es propensa a tener sobrepeso u obesidad (2)(tabla 4):

Tabla 5. Influencias ambientales sobre la ingesta de alimentos y actividad física. Modificada de González M., 2008.

Tipo de ambiente	Ambiente físico		Ambiente económico		Ambiente socio-cultural	
	Alimento	Actividad	Alimento	Actividad	Alimento	Actividad
Macroambiente	Legislación y regulación alimentaria	Dispositivos para economizar esfuerzos	Impuestos y subsidios para alimentos	Gasto del trabajo versus automatización	Cocina tradicional	Actitudes frente a las ofertas de ocio
	Tecnología de alimentos	Carriles bicicleta o para pasear	Coste de la tecnología de los alimentos	Inversiones en parques e instalaciones de ocio	Hábitos culinarios de los inmigrantes	Deporte a nivel nacional
	Alimentos reducidos en grasa	Políticas de la industria del fitness	Coste del marketing	Coste del petróleo y de los coches	Demandas de los consumidores	Cultura participativa versus cultura observacional
	Políticas de la industria alimentaria	Sistemas de transporte	Precio de los alimentos	Costes de los carriles bici	Consideración de los alimentos	Consideración de los artilugios o mecanismos
Microambiente	Alimentos en el hogar	Lugares de ocio cercanos	Ingresos familiares	Cuota de gimnasios o clubes deportivos	Patrón alimentario familiar	Actividades del grupo de amigos
	Elección de alimentos en el colegio o cafetería del puesto de trabajo	Número de vehículos en el hogar	Otros gastos del hogar	Equipamiento deportivo propio	Actitudes del grupo de amigos	Empleo familiar del tiempo de ocio
	Alimentos en tiendas cercanas al hogar	Calles seguras	Comedores colectivos subvencionados	Eventos locales subvencionados	Presión ejercida por los grupos de alimentos	Actitud del colegio frente al deporte
	Proximidad al hogar de establecimientos de comida rápida	Normas domésticas para ver TV y vídeo.	Alimentos cultivados en el hogar	Coste del deporte escolar	Festividades	Temores por la seguridad

En cuanto a las causas dietéticas que favorecen el aumento de la obesidad podemos encontrar las siguientes:

1. La mayor densidad energética de las dietas actuales (2). Se come menos cantidad pero la ingesta calórica es aproximadamente la misma.
2. No desayunar también se relaciona con un mayor riesgo de padecer obesidad.
3. Las dietas hipocalóricas muy estrictas, ya que al final provocan el denominado efecto “yo-yo” que contribuye a un aumento progresivo de la grasa corporal. El motivo de esta reganancia de peso puede ser debido a que las personas obesas tienen los niveles más altos de leptina y bajos de grelina que aquellas personas con normopeso (22), y a la obesidad se relaciona con el síndrome de resistencia a la leptina (2).
4. Dietas con gran contenido en carbohidratos (23,24). Actualmente se sigue recomendando que algunos alimentos como el cereal, la patata, etc. estén presentes en la dieta para que ésta sea saludable. Estos alimentos poseen un índice glucémico muy alto, por lo que harán que aumenten de forma muy pronunciada los niveles de glucosa y de insulina en sangre, lo que puede conllevar a que poco a poco una persona se vaya haciendo resistente a la insulina.

También la falta de sueño puede estar relacionada con la ganancia de peso. Los niños que duermen menos de 8 horas es más probable que tengan sobrepeso u obesidad que aquellos que duermen más de 10 horas al día (25). Y aquellas personas que duermen menos de 5 horas diarias o más de 10 horas son más propensas a ser obesas (26,27).

Otro factor asociado es el tabaco. Los niños que tienen padres que fuman son más propensos a tener sobrepeso u obesidad que aquellos niños cuyos padres no fuman. Esto también tiene que ver con los hábitos alimentarios, ya que aquellos niños que no tienen ningún padre que fume, come alimentos más variados y saludables que aquellos niños que, al menos, uno de sus padres fuma (25).

Por supuesto que la actividad física es un factor de riesgo. Aquellos niños que pasan menos tiempo viendo la tele y realizan más actividad física son menos propensos a tener sobrepeso u obesidad. Esto va relacionado con que los padres fumen o no, es decir, a que se preocupen por llevar un estilo de vida más o menos saludable (25). Otras causas relacionadas con la actividad física son la práctica de ejercicio físico regulado, el aumento de horas dedicado a las actividades sedentarias o el empleo del transporte motorizado en desplazamientos (2). La actividad física es el factor de riesgo de mayor importancia. El día tiene 24 horas, por lo que si se hace ejercicio físico una hora y las otras 23 horas no se hace prácticamente nada de actividad física, habrá un gran riesgo de padecer obesidad. Sin embargo, si la persona, además de realizar esa hora de ejercicio físico, también lleva una vida activa, al final del día el gasto calórico habrá sido mucho mayor. Por eso hay que educar a las personas a llevar una vida más activa y no sólo centrarse en el ejercicio que realiza durante esa hora.

También pueden conllevar a una mayor ingesta de alimentos algunas causas psicológicas, como el estrés, la depresión o ansiedad. Además en estas situaciones, se suele ingerir sin control alimentos como el chocolate (carbohidratos simples de índice glucémico muy elevado) o bebidas alcohólicas (2).

Hay otras causas mecánicas que debido a que reducen el nivel de actividad física también están relacionadas con la obesidad, como son la artritis o artrosis, dificultades respiratorias, incontinencia o apnea del sueño (2).

Y por último encontramos el nivel socioeconómico. Ya que un poder adquisitivo bajo reduce las posibilidades de realizar actividades de ocio, ejercicio físico supervisado y de seguir una dieta más saludable (2).

1.2.3 Asociación con otras patologías

Entre las patologías asociadas con la obesidad podemos citar el síndrome metabólico, la diabetes mellitus tipo 2, las enfermedades cardiovasculares, el hígado

graso no alcohólico, el asma, algunos tipos de cáncer, la apnea del sueño y/o dificultades del aparato locomotor (2). Es sabido que la reducción del porcentaje de grasa en personas obesas aporta grandes beneficios, como la mejora en algunos factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares tales como presión arterial, perfil lipídico (descenso de lipoproteínas colesterol de baja densidad (LDL-C), incremento de lipoproteínas colesterol de alta densidad (HDL-C), descenso de triglicéridos) y una mejora de la tolerancia a la glucosa (3). La NHLBI Guidelines (directrices del Instituto Nacional del Corazón, Pulmones y Sangre) recomienda un mínimo de pérdida de peso del 10%. Sin embargo, hay muchos estudios que muestran mejoras en los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular con pérdidas mucho menores (2-3% de pérdida de peso) (3).

1.2.3.1 Enfermedad cardiovascular

Las personas con sobrepeso u obesidad tienen mucho más riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y riesgo de mortalidad que aquellas con normopeso. La obesidad se ha documentado como una gran causa de enfermedad cardiovascular tanto en edades adultas como en edades tempranas. En la infancia y en la adolescencia, el exceso de peso está asociado directamente con concentraciones plasmáticas elevadas de insulina, lípidos y lipoproteínas y con hipertensión arterial, y puede ocasionar la aparición prematura de enfermedades cardiovasculares en los adultos. Aunque no todas las personas obesas presentan factores de riesgo cardiovascular. Si el exceso de grasa se encuentra en la zona subcutánea, el perfil metabólico puede ser normal. En cambio, la grasa en exceso localizada selectivamente en la zona abdominal y/o grasa visceral es la que más se correlaciona con el riesgo de resistencia a la insulina y síndrome metabólico (2). De ahí que el valor del perímetro de la cintura y el índice cintura-altura sean medidas adecuadas para saber si una persona tiene factores de riesgo asociados al sobrepeso u obesidad.

1.2.3.2 Diabetes tipo 2

La obesidad, particularmente la central (abdominal y visceral), está muy relacionada con la diabetes tipo 2. Más del 50% de los pacientes con diabetes tipo 2 son obesos. La principal patología de esta reside en la capacidad que tienen los tejidos

periféricos para responder a la insulina en su acción de transporte de glucosa desde la sangre al interior celular (fenómeno conocido como resistencia a la insulina) (2).

1.2.3.3 Síndrome metabólico

La obesidad también está relacionada con el síndrome metabólico. Los cinco criterios propuestos sobre los que hay un mayor acuerdo para su diagnóstico son (2):

1. Perímetro de la cintura aumentado (102 cm en los varones según el NCEP-ATPIII (Programa Nacional de Educación sobre Colesterol); 94 cm en varones y 80 cm en mujeres según la *International Diabetes Federation*).
2. Niveles de triglicéridos plasmáticos en ayuno elevados (superiores a 2,5 mmol/l).
3. Concentración de colesterol HDL baja (en varones, inferior a 40 mg/dl y en mujeres, inferior a 50mg/dl).
4. Hipertensión o tensión arterial diastólica superior a 100 mmHg.
5. Niveles de glucosa plasmática en ayunas elevados (superiores a 100 mg/dl) o resistencia a la insulina.

1.3. Programas de intervención para el tratamiento de la obesidad: dieta y ejercicio

La pérdida de grasa es la única forma para disminuir el porcentaje de población obesa y con sobrepeso. Pero, ¿cuál es la forma más efectiva para hacerlo? Siempre se ha dicho que lo que hay que hacer para perder grasa es que la energía consumida sea menor a la energía gastada, y por supuesto tiene todo su sentido. Si la energía que gastamos es mayor a la que ingerimos, al final habrá un balance energético negativo y la pérdida de peso será mayor (3).

Pero debemos de tener en cuenta de donde proviene el peso que perdemos. No es lo mismo la pérdida de masa grasa junto con pérdida de masa libre de grasa, que perder únicamente masa grasa. Por eso es importante los tipos de alimentos que se ingieren y el tipo de ejercicio físico que se realiza.

Es verdad que con el seguimiento de una dieta hipocalórica se consigue una pérdida de peso significativa. También es cierto que si a esa dieta le añadimos ejercicio físico programado, no sólo la pérdida de peso será mayor, sino que además disminuirán los factores de riesgo de algunas enfermedades, como las cardiovasculares y diabetes tipo 2 (28). Pero si además de esto, añadimos una vida activa, las mejoras serán mucho más significativas (28). El hecho de educar a las personas a llevar una vida activa hará que la reganancia de peso sea menor en caso de dejar de hacer ejercicio (29).

La dieta pero, sobre todo el tipo de dieta, es uno de los factores que más hay que tener en cuenta a la hora de perder peso. Aquellas que son hipocalóricas se ha demostrado que son efectivas para la pérdida de peso (30,31). Pero si queremos conservar la masa muscular para que el gasto energético en reposo no disminuya, son mucho más efectivas las dietas hipocalóricas con alto contenido en proteínas (32). Aunque últimamente hay bastante evidencia de que no hace falta hacer una dieta restrictiva en calorías para conseguir una pérdida de peso, sino eliminar algunos de los alimentos de la dieta, como son los hidratos de carbono con un índice glucémico alto (azúcares, arroz, pasta, pan blanco, etc.). Estas dietas bajas en hidratos de carbono y sin restricción calórica parecen ser más efectivas que las dietas hipocalóricas y bajas en grasas y que la dieta Mediterránea hipocalórica para perder peso (33).

Otro factor importante que afecta a la pérdida de grasa y es muy importante tenerlo presente en nuestro día a día es el estilo de vida de las personas. Siguiendo un estilo de vida activo junto con una intervención dietética se pueden lograr resultados significativos en cuanto a pérdida de grasa y en la mejora del *fitness* cardiorrespiratorio (34).

Para personas en normopeso, los estudios sugieren que para mantener los niveles de peso en valores normales hay que hacer actividad física de forma moderada e intensa entre 150 y 250 minutos a la semana, con un gasto energético equivalente a 1200-2000 kcal a la semana (3).

En personas que son obesas o con sobrepeso que necesitan obtener una pérdida de peso, puede que sea más beneficioso realizar actividad física de forma intermitente (en diferentes periodos del día) que de forma continua (todo en un mismo momento). Aquellos que la realizan de forma intermitente pierden algo más de peso (3), aunque cabe destacar que la cantidad de actividad física en los que la realizaron de forma intermitente fue mayor. Puede que no influya tanto si es de forma o no intermitente, sino que lo que importa sea el volumen total de entrenamiento. Pero lo que es seguro, es que personas muy sedentarias sin gran capacidad física, tolerarán mejor menos cantidad de actividad física continua pero realizada durante más veces al día que una gran cantidad de actividad física realizada en un único momento del día. Para que haya una pérdida de peso significativa en este tipo de personas se estima que la cantidad de actividad física semanal tiene que estar entre 225 y 420 minutos, ya que haciendo entre 150 y 225 minutos no se observan pérdidas de peso significativas y realizando menos de 150 minutos no se observa ningún resultado (3).

Para prevenir la reganancia de peso la actividad física es imprescindible. Y lo que nos viene a decir la literatura es que “más es mejor”. Como consigna podemos decir que para que el peso no fluctúe más de un 3% habría que andar unos 60 minutos al día a moderada intensidad (3).

Por último, un factor clave para lograr un balance energético negativo y por lo tanto, que haya una pérdida de grasa corporal, es el ejercicio. El ejercicio físico combinado con una dieta hipocalórica es mucho más efectivo para perder peso que la dieta por si sola (35). Y si aquellas personas que realizan ejercicio físico siguen una dieta hipocalórica alta en proteínas, esta es más efectiva tanto para la pérdida de grasa como para el mantenimiento de la masa muscular que una dieta normoproteica (36).

También el ejercicio por si solo podría ser eficaz para conseguir una pérdida de peso significativa sin la necesidad de hacer dieta (4,7). El mejor ejercicio para conseguir una mayor reducción de la grasa corporal es aquel que incluye tanto trabajo de fuerza como trabajo aeróbico (6,7). Además la combinación de ambos es la forma más

efectiva de lograr mejoras en el estado de forma físico (37). Algunos estudios nos dicen que el ejercicio aeróbico es igual de efectivo que el ejercicio combinado (fuerza más aeróbico) para la pérdida de grasa, pero que el de fuerza es imprescindible para que no exista una pérdida de masa muscular (4,38-40). También se sabe que el ejercicio aeróbico por si solo es efectivo para la pérdida de grasa visceral (4,5). Por eso si el objetivo es perder peso, lo ideal sería utilizar ambos tipos de ejercicio, para conseguir un gran gasto energético durante el entrenamiento y para aumentar el tamaño muscular y así conseguir también un mayor gasto energético en reposo. Esta mayor cantidad de masa muscular (sobre todo en miembro inferior) está correlacionada con un menor porcentaje de grasa visceral, por eso es importante mantenerla e incluso aumentarla (41).

Aunque el ejercicio combinado (aeróbico y fuerza) sea lo más eficaz para lograr una mayor pérdida de grasa y peso corporal, mediante el ejercicio de fuerza por sí solo también se pueden conseguir pérdidas aunque no sean tan significativas (6,7,42,43). No hay muchos estudios para sacar conclusiones sobre qué tipo de entrenamiento de fuerza es mejor para lograr una mayor pérdida de peso, pero algunos concluyen que aquellos entrenamientos de fuerza en los que se implican grupos musculares más grandes conllevan un mayor gasto energético (44) y estrés metabólico (45) que aquellos en los que la musculatura implicada es menor.

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

Sabiendo que el ejercicio de fuerza es efectivo para lograr perder peso y/o grasa corporal pero no hay suficiente evidencia sobre qué tipos de ejercicios son más eficaces, los objetivos de este trabajo son:

1. Evaluar la eficacia de estos dos entrenamientos en dos personas distintas con obesidad para observar cuál de ellos es más efectivo tanto para la pérdida de grasa corporal como para la mejora de la condición física.
2. Comparar el gasto energético que tiene un entrenamiento de fuerza tradicional (ET) con un entrenamiento de fuerza con ejercicios más globales (en los que la musculatura implicada es mayor) (EG).

En ambos casos se darán unas recomendaciones dietéticas y se propondrán cambios más saludables en el estilo de vida de los sujetos.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Descripción de los participantes

Dos mujeres de 30 años sedentarias y sin experiencia en el entrenamiento de fuerza han sido elegidas para el trabajo. Ambas fueron informadas de los objetivos del estudio y dieron su consentimiento por escrito. Además, presentaron un certificado médico. La participante que realizó el programa EG pesaba 90,10 kg, tenía un IMC de 35,86 kg/m² (obesidad clase II) y un 46,2% de grasa corporal; y la que realizó el programa EG pesaba 86,20 kg, tenía un IMC de 33,1 kg/m² (obesidad clase I) y un 45,7% de grasa corporal. Ambas son administrativas y están la mayor parte del día sentadas. Ninguna tenía ninguna enfermedad importante, excepto que la participante ET tiene desgastado el cartílago rotuliano de la rodilla izquierda, por lo que estuvo limitada a la hora de realizar algunos ejercicios.

3.2. Descripción del programa nutricional y de entrenamiento

3.2.1. Recomendaciones nutricionales y de actividad física

Al ser personas sedentarias, se les ha recomendado hacer más actividad física a lo largo del día, es decir, llevar un estilo de vida activo, que puede ser definido como la realización de actividad física de forma no estructurada (3), ya que si es estructurada lo definiríamos como ejercicio físico. Por ejemplo, andar en los desplazamientos (ejemplo de consigna dada a las participantes del trabajo) se considera actividad física, pero andar en el tiempo de entrenamiento es considerado como ejercicio físico. También se les han recomendado algunas actividades como subir las escaleras del trabajo, de su casa o las del metro; después de comer ir a dar un paseo e intentar coger el vehículo propio lo menos posible.

En cuanto a las recomendaciones nutricionales no se les ha hecho ningún tipo de dieta, simplemente se les ha dado un asesoramiento nutricional informándoles de aquellos alimentos que deben estar más presentes en su dieta y cuáles deberían de evitar o comer en menos cantidad. Los que deben estar menos presente en su dieta son aquellos que tienen un alto índice glucémico como el pan, la patata, el arroz,

dulces, refrescos, etc. (33). Y deben de aumentar y estar presentes en todas sus comidas aquellos alimentos ricos en proteínas como el pescado, carne blanca, carne roja en menor medida, pavo, etc. Se les dijo que tenía que predominar la carne blanca sobre la carne roja, y el pescado tenía que predominar sobre la carne roja y blanca. Aquellas dietas que conllevan un alto contenido en proteínas y alimentos con índice glucémico bajo son más efectivas para la pérdida de peso y para la no reganancia que aquellas en las que se incluyen menos proteínas y alimentos con un índice glucémico muy elevado (33,46).

No hay un valor exacto de la cantidad de agua que hay que beber al día, ya que esto depende de la edad, género, masa muscular, cantidad de actividad física, etc. (tabla 6). Para la gente adulta se puede estimar que la cantidad necesaria sea entre 2,5 y 3,7 litros para hombres y entre 2 y 2,7 litros para mujeres (47). Por ello se les recomendó beber entre 2 y 3 litros de agua al día, y que siempre que tuvieran sed, bebieran agua en vez de otros líquidos. Así la energía consumida sería menor y evitarían beber otro tipo de bebidas como las azucaradas, lo que ayudaría a disminuir de peso. Se ha relacionado una mayor ingesta de agua con una reducción del consumo calórico a partir de otras bebidas (48).

Tabla 6. Recomendaciones de ingestas de agua. Tomada de Benelam B., 2010.

	EFSA (2008) draft dietary reference values	IoM (2005) adequate intakes	WHO (2003; 2005) requirements
Infants 0–4 months			750 ml/day
Infants 0–6 months	100–190 ml/kg/day	700 ml/day	
Infants 6–12 months	800–1000 ml/day	800 ml/day	
Infants 7–12 months			1.0 l/day
Infants 8–12 months			
Infants 12–24 months	1.1–1.2 l/day		
Children 1–3 years		1.3 l/day	1.0 l/day
Children 2–3 years	1.3 l/day		
Children 4–8 years	1.6 l/day	1.7 l/day	
Children (boys) 9–13 years	2.1 l/day	2.4 l/day	
Children (girls) 9–13 years	1.9 l/day	2.1 l/day	
Adolescent boys 14–18 years		3.3 l/day	
Adolescent girls 14–18 years		2.3 l/day	
Adult (men) 19–30 years		3.7 l/day	
Adult (women) 19–30 years		2.7 l/day	
Adult (men) >19 years			2.9 l/day
Adult (women) >19 years			2.2 l/day
Adolescent (14+ years) and adult (men)	2.5 l/day		
Adolescent (14+ years) and adult (women)	2.0 l/day		
Pregnant women	2.3 l/day	3.0 l/day	4.8 l/day
Lactating women	2.7 l/day	3.8 l/day	5.5 l/day

Les recomendamos hacer un desayuno completo, ya que esto les haría estar más saciadas a lo largo del día y evitar las ingestas entre horas. También se les dijo que es mejor que ingieran más cantidad de alimentos en el desayuno que en la cena, ya que hay evidencia de que consumir más energía en el desayuno que en la cena es favorable para una mayor pérdida de peso (49).

También se les dijo que intentaran hacer la comida principal antes de las 15.00 de la tarde. Algunos estudios nos muestran que aquellas personas que comen más tarde pierden menos peso que aquellas que comen antes. Y además, los que comen más tarde tienden a desayunar menos o saltarse el desayuno y al final del día la ingesta calórica es la misma que aquellos que no se lo saltan (50), por lo que al final están ingiriendo más calorías al final del día y como vimos antes esto está relacionado con una menor pérdida de peso.

Recomendamos dormir alrededor de 8 horas diarias. Ya que hay evidencia de que aquellas personas que duermen poco (menos de 5 horas diarias) o mucho (más de 10 horas) tienen más prevalencia a ser obesas (26,27).

3.2.2. Descripción y justificación de los protocolos de entrenamiento

3.2.2.1. Tipo de ejercicio y planificación

El ejercicio que se hizo fue únicamente de fuerza, ya que lo que se pretendía comparar es qué tipo de entrenamiento de fuerza es más efectivo para la pérdida de peso y/o grasa.

El periodo de entrenamiento duró dos meses y medio. Realizaron dos semanas de acondicionamiento básico; otras dos semanas de acondicionamiento básico pero orientado al objetivo principal a conseguir, que es la pérdida de peso; tres semanas de orientación metabólica (pérdida de peso) (OM); y tres semanas de orientación estructural (hipertrofia) (OE) (tabla 8) (51). El número de semanas de cada fase se redujo a lo propuesto por algunos expertos (tabla 7) debido a que sólo teníamos dos

meses y medio para poder entrenar. Lo óptimo hubiera sido realizar mínimo cuatro semanas de cada fase.

Incorporamos las tres semanas de hipertrofia por varios motivos. Uno de ellos es para aplicar el principio de variación y poder reclutar las fibras musculares tipo II, ya que hay evidencia de que este tipo de fibras poseen mayor cantidad de GLUT4 (transportador de glucosa tipo 4) y depósito de glucógeno, y la pérdida de este tipo de fibras predispone a la insulino resistencia (52), y lo que nos interesa es todo lo contrario, que las personas sean más sensibles a la insulina. Además un entrenamiento de fuerza es eficaz para el aumento de GLUT4 tanto en las fibras tipo I como en las fibras tipo II (53). Y en segundo lugar, porque un pequeño aumento de masa muscular será efectivo para que el gasto calórico en reposo se vea aumentado y conseguir una mayor pérdida de peso.

La frecuencia del entrenamiento fue de 3 días semanales ya que las dos mujeres no podían acudir más días a entrenar. En el periodo de acondicionamiento básico se trabajaron todos los grupos musculares en cada sesión de entrenamiento como recomienda la ACSM (Colegio Americano de Medicina del Deporte) (54), aunque no entrenaron los grupos musculares pequeños como son el bíceps y tríceps de forma aislada. Primeramente porque trabajar estos músculos más pequeños hará que el estrés metabólico durante el entrenamiento sea menor (45), y en segundo lugar, porque al trabajar otros grupos musculares del tren superior con ejercicios multiarticulares, también estamos entrenando a los grupos musculares pequeños.

Tabla 7. Fase de programación. Propuesta para el establecimiento de periodos en función de la fase de entrenamiento. Modificada de Heredia JR., 2012.

NIVELES	Sin experiencia en entrenamiento	Realiza entrenamiento sistemático desde hace menos de 2-6 meses.	Realiza entrenamiento sistemático desde hace 8-12 meses	Realiza entrenamiento sistemático desde hace 12 meses a 15 meses	Realiza entrenamiento sistemático desde hace 2 o más años
FASES	INICIAL	BÁSICA	INTERMEDIA	AVANZADA I	AVANZADA II
PERIODOS	ACONDICIONAMIENTO BÁSICO		ACONDICIONAMIENTO BÁSICO ORIENTADO (ABO)		
			ORIENTACIÓN METABÓLICA (OM)		
			ORIENTACIÓN NEURAL (ON)		
			ORIENTACIÓN ESTRUCTURAL (Hipertrofia) (OE)		
DURACIONES MÍNIMAS PERIODOS	4 a 6-8 semanas		MANTENIMIENTO (PM)		
			4 a 8/16 semanas		

Tabla 8. Planificación del entrenamiento.

Fase Inicial (Sin experiencia)		Fase Básica (Experiencia de menos de 2-6 meses)											
Acondicionamiento Básico		Acondicionamiento Básico Orientado				Orientación Metabólica (OM)				Orientación Estructural (OE)			
Semanas 1 y 2		Semanas 3 y 4				Semanas 5, 6 y 7				Semanas 8, 9 y 10			
Frecuencia	Volumen	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4
		14	14	14	14	14	17	21	14	12	12	10	10
		3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
	Volumen Total	84	84	84	84	112	136	168	144	144	120	120	
Intensidad - Carácter del Esfuerzo (CE)		Muy bajo (10 repeticiones más)	Muy bajo (10 repeticiones más)	Bajo (6-7 repeticiones más)	Bajo (6-7 repeticiones más)	Medio (4-6 repeticiones más)	Medio (4-6 repeticiones más)	Medio (4-6 repeticiones más)	Alto (3-4 repeticiones más)	Muy alto (1-2 repeticiones más)	Máximo (al fallo)		
Velocidad		Baja (3EX-2CON)	Baja (3EX-2CON)	Media (2EX-2CON)	Media (2EX-2CON)	Media (2EX-2CON)	Media (2EX-2CON)	Alta (2EX-1CON)	Alta (2EX-1CON)	Alta (2EX-1CON)	Máxima		
Densidad		30"-1'	30"-1'	<30"	<30"	Sin descanso	Sin descanso	Sin descanso	Sin descanso	Sin descanso entre ejercicios. Descanso de 2' entre minicircuitos			
Método		Por series	Por series	Círculo	Círculo	Círculo	Círculo	Círculo	Círculo	Minicírculo fuerza	Minicírculo fuerza	Minicírculo fuerza	
Grupos Musculares	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Pectoral - Espalda	Pectoral - Espalda	Pectoral - Espalda	
										Hombro - Pierna - Brazos	Hombro - Pierna - Brazos	Hombro - Pierna - Brazos	
EX (excéntrica); CON (concéntrica)													
Organización metodológica: 3 (entrenamiento de todos los grupos musculares cada día); 2 (tres grupos musculares cada día); 1 (dos grupos musculares cada día); 0 (un grupo muscular cada día)													

La participante ET realizó ejercicios denominados “tradicionales” y la participante EG realizó ejercicios más globales. Estos ejercicios globales son aquellos en los que se involucran más de dos grupos musculares (en la mayoría de ellos una combinación de tren inferior con tren superior) (figura 4 y tabla 9).



Figura 4. Ejemplo de ejercicio global.

Tabla 9. Descripción de algunos de los ejercicios utilizados en el programa de entrenamiento.

Ejercicios tradicionales		Ejercicios globales	
Fondos sobre pared	De pie. Manos apoyadas en la pared. Realizar flexiones de brazos. Hombros en abducción de 45 grados y sin sobrepasar los 15 grados de extensión.	Fondos con sentadilla	Igual que "fondos sobre pared" pero añadiendo una sentadilla antes de realizar cada flexión

Press pectoral horizontal poleas	Poleas situadas a la altura del pecho. Hombros en abducción de 45 grados y sin sobrepasar los 15 grados de extensión. Empujar el peso.	Press pectoral horizontal poleas con encogimiento frontal abdominal	Igual que "press pectoral horizontal poleas" pero añadiendo un encogimiento frontal abdominal al finalizar el movimiento de empuje.
Press banca mancuernas	Tumbadas sobre un banco. Bajar el peso con los hombros en abducción de 45 grados y sin sobrepasar los 15 grados de extensión. Finalmente empujar el peso.	Press banca mancuernas con encogimiento frontal abdominal	Igual que "press banca mancuernas" pero añadiendo un encogimiento frontal abdominal al finalizar el movimiento de empuje.
Remo cerrado con agarres individuales	De pie. Poleas situadas a la altura del abdomen. Agarres individuales. Tirar de las poleas llevándolas hacia el abdomen.	Remo cerrado con sentadilla	Igual que "remo cerrado" pero añadiendo una sentadilla antes de cada remo
Remo abierto con barra	De pie. Polea situada a la altura del pecho. Agarre con barra larga. Tirar de la polea llevando la barra hacia el pecho.	Remo abierto con sentadilla	Igual que "remo abierto" pero añadiendo una sentadilla antes de cada remo
Press militar con mancuernas	Codos flexionados con las mancuernas cerca de los hombros. Abducción de hombros y extensión de codos llevando las mancuernas hacia arriba en el plano escapular.	Press militar con sentadilla	Igual que "press militar" pero añadiendo una sentadilla antes de cada press
Remo vertical con mancuernas	Llevar las mancuernas a los hombros con una abducción de hombros y flexión de codos. Los hombros, brazos y antebrazos deben de quedar en la misma línea.	Remo vertical con sentadilla	Igual que "remo vertical" pero añadiendo una sentadilla antes de cada remo

Elevaciones laterales con mancuernas	Abducción de hombros sin que los brazos sobrepasen la línea de los hombros. Realizar la abducción en el plano escapular.	Elevaciones laterales con sentadilla	Igual que "elevaciones laterales" pero añadiendo una sentadilla antes de cada elevación.
Elevaciones frontales con mancuernas	Flexión de hombros sin que los brazos sobrepasen la línea de los hombros.	Elevaciones frontales con sentadilla	Igual que "press francés" pero añadiendo un encogimiento frontal abdominal al finalizar el movimiento de extensión.
Tríceps en polea alta con cuerda	De espaldas a la polea. Se coge el peso y se empuja por delante de la cabeza. Se realiza un movimiento de flexión y extensión de codos.	Tríceps en polea alta con encogimiento frontal abdominal	Igual que "tríceps en polea alta" pero añadiendo un encogimiento frontal abdominal al finalizar el movimiento de extensión.
Press francés en polea agarre V	Tumbada sobre el banco. Brazos perpendiculares al suelo. Movimiento de flexión y extensión de codos.	Press francés en polea con encogimiento frontal abdominal	Igual que "press francés" pero añadiendo un encogimiento frontal abdominal al finalizar el movimiento de extensión.
Bíceps mancuernas	De pie. Flexión y extensión de codos.	Bíceps con zancadas	Igual que "bíceps" pero añadiendo una zancada antes de cada flexión.
		Bíceps con sentadilla	Igual que "bíceps" pero añadiendo una sentadilla antes de cada flexión.

3.2.2.2. Métodos de entrenamiento

El método de entrenamiento que empleamos hasta el periodo de orientación metabólica fue el de resistencia a la fuerza, ya que el número de repeticiones que hay que realizar en cada serie es elevado lo que conllevará una mayor respuesta metabólica durante el entrenamiento. Empezaron realizando 12 repeticiones las dos primeras semanas de adaptación y fueron aumentando el número hasta llegar a 21 en

la última semana de orientación metabólica. En el periodo de hipertrofia trabajaron en un rango entre 12 y 8 repeticiones, ya que es lo recomendado para personas inexpertas o con un nivel de entrenamiento intermedio (45,54).

En las dos primeras semanas de adaptación se trabajó por series aisladas, ya que lo que nos interesaba era que aprendieran a realizar correctamente los ejercicios. A partir de la tercera semana y durante todo el periodo de orientación metabólica se trabajó en circuito, sin descanso entre ejercicios y con 2-3 minutos de descanso entre circuito y circuito. El objetivo de este tipo de entrenamientos es poder ir aumentando el número de repeticiones para una misma carga dada y/o minimizar los tiempos de descanso entre series (45,54). Y en el periodo de hipertrofia se trabajó en minicircuitos de dos ejercicios de grupos musculares antagonistas (superseries), sin descanso entre los dos ejercicios y con 2 minutos de descanso entre minicircuitos. La razón de trabajar de esta manera es para que el gasto calórico en el entrenamiento sea elevado y que mientras se está ejecutando un ejercicio, dé tiempo suficiente (un minuto aproximadamente) para que se recupere la musculatura que trabajó en el ejercicio anterior.

3.2.2.3. Intensidad

La intensidad no se midió por el porcentaje de una repetición máxima (%1RM) sino por el carácter del esfuerzo, definido como el número de repeticiones realizadas en relación al número posible que se pueden realizar (55). En las cuatro primeras semanas no se les midió la fuerza y se controlaron las cargas por las sensaciones del deportista utilizando la escala de OMNI-RES (Escala de Esfuerzo Percibido para el Entrenamiento de Fuerza) (56) (figura 5). A partir de la quinta semana se midió la fuerza en algunos ejercicios multiarticulares para valorar si hubo ganancias de la misma y para que el entrenador tuviera más controladas las cargas durante el entrenamiento. En el periodo de orientación estructural en la mayoría de las series se llegaba cerca del fallo muscular y en la última semana en casi todas se llegó al fallo muscular. En algunos estudios podemos ver como entrenar fuerza durante 11 minutos

realizando de 3 a 6 repeticiones hasta el fallo muscular es efectivo para aumentar el gasto energético en reposo (57).

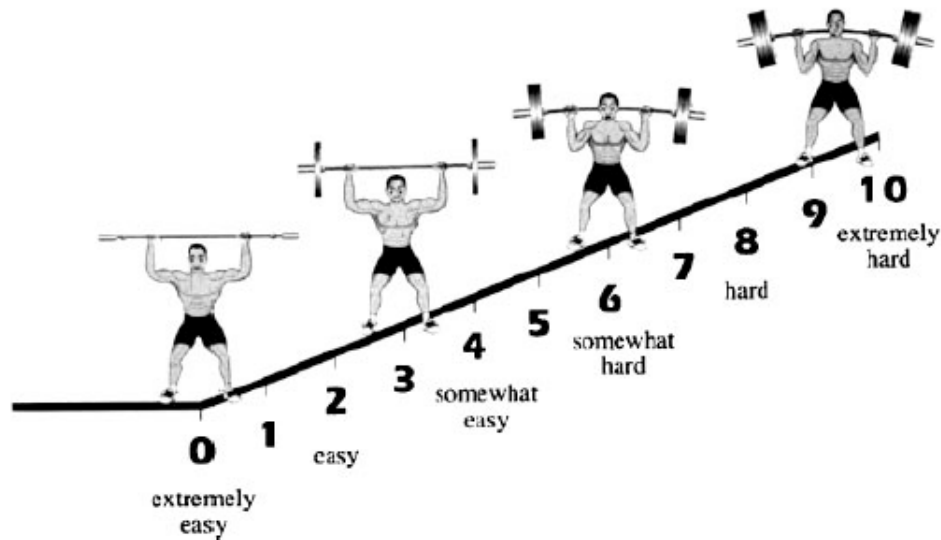


Figura 5. OMNI-RES (Escala de Esfuerzo Percibido para el Entrenamiento de Fuerza). Tomada de Lagally KM, 2006.

3.2.2.4. Volumen

Las series por grupo muscular fueron aumentando progresivamente. Las primeras semanas realizaron 3 series por grupo muscular, a partir de la quinta semana hicieron 6 series de grupos musculares grandes y 3 series de grupos musculares pequeños y en el periodo de hipertrofia se aumentó hasta 8 series los grupos musculares grandes. En el periodo de orientación metabólica se recomiendan volúmenes moderados, para poco a poco ir aumentando a volúmenes más altos y para conseguir una mayor hipertrofia se recomiendan volúmenes moderados y altos (58).

3.2.2.5. Velocidad de ejecución

La velocidad del ejercicio en el periodo de adaptación y orientación metabólica fue controlada (unos dos segundos la fase excéntrica (EX) y dos segundos la fase concéntrica (CON)). En el periodo de adaptación se hizo de esta manera para que la ejecución del ejercicio fuera buena y las dos mujeres asimilaran correctamente el movimiento. En el periodo de orientación metabólica se utilizó esta velocidad para

conseguir un gran tiempo de tensión muscular y que las demandas metabólicas fueran elevadas (58). En el periodo de hipertrofia se utilizó la misma velocidad en la fase excéntrica y la máxima velocidad en la concéntrica. El objetivo era reclutar el mayor número de fibras rápidas en este periodo de entrenamiento y también para respetar el principio de variación y que no estuvieran los tres meses ejecutando los ejercicios a la misma velocidad.

3.3. Temporalización

El trabajo en un principio iba a tener una duración de 3 meses para tener un periodo de mes y medio de adaptación y a partir de ahí poder incrementar el volumen e intensidad del entrenamiento de una forma más segura. Debido a que una de las mujeres no podía asistir al entrenamiento la segunda semana de la planificación, se decidió empezar el periodo de entrenamiento después de esa semana por lo que la duración final fue de dos meses y medio. Se dedicó un mes al periodo de adaptación (unas semanas más hubiera sido mejor), tres semanas al periodo de orientación metabólica y otras tres semanas al periodo de orientación estructural.

Las pruebas de valoración de la condición biológica se realizaron antes de comenzar el programa de entrenamiento, después del periodo de adaptación y al final del programa de entrenamiento (tabla 10). Al comienzo del programa algunas de las pruebas no se realizaron por seguridad debido al nivel de condición física de las participantes.

Las pruebas de composición corporal se realizaron al comienzo del programa y, a partir de aquí, cada dos semanas (tabla 10).

Además, las participantes llevaron un acelerómetro en casi todos los entrenamientos realizados excepto en los que entrenaban las dos juntas.

Tabla 10. Cronograma de las pruebas de valoración.

VALORACIÓN	Semana 1	Semana 2	Semana 4	Semana 6	Semana 8	Semana 10
Cardiovascular						
Resistencia muscular						
Flexibilidad						
Composición corporal						

Las pruebas se realizaron de la siguiente manera:

Primero se les realizaba la valoración de la composición corporal, midiéndoles la altura en primer lugar para después realizar la bioimpedancia y la medida de perímetros.

Los días que también había que realizar las pruebas de condición física, en primer lugar se les medía la frecuencia cardiaca en reposo, tumbadas en una colchoneta, con los ojos cerrados y a una temperatura de unos 23°. Después se realizaba un calentamiento de 5 minutos en elíptica a una intensidad media para pasar después a unos estiramientos activos de toda la musculatura del cuerpo (comenzando con las articulaciones inferiores y terminando con las superiores).

Primero se realizaron las pruebas de valoración cardiovascular con un descanso de 3 minutos entre ellas y comenzando con el índice cardiaco de *Ruffier*, ya que es menos fatigante que la prueba de *Harvard Step Test*. Luego se realizaron las pruebas de resistencia muscular haciendo un calentamiento previo con ejercicios globales y con cargas medias. Y por último se realizaban las pruebas de flexibilidad.

3.4. Pruebas de evaluación. Composición corporal, pruebas físicas y acelerometría

3.4.1. Valoración de la condición anatómica

3.4.1.1. Estatura

Se midió con un tallímetro que se coloca sobre la pared con un rango de medición de 60 a 200 cm (figura 6). Se le pidió a las participantes que apoyaran la parte posterior de la espalda, glúteos y talones sobre la pared, juntando los talones de los pies. Que respiraran hondo y mantuvieran la respiración para aplicar una suave tracción hacia arriba a través de los procesos mastoideos. Se coloca la pieza sobre el vértex apretando el cabello. La medición se toma después de una respiración profunda (19).



Figura 6. Tallímetro de pared.

3.4.1.2. Peso corporal

Se utilizó la Tanita BC-601 (analizador de la composición corporal) (figura 7), con una precisión de 100 gr como recomienda la ISAK (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría) (19).



Figura 7. Tanita BC-601.

3.4.1.3. Perímetros

Para medir los perímetros se utilizó la cinta métrica Cescorf homologada por la ISAK (figura 8). Y para marcar los puntos un lápiz de ojos antialérgico.



Figura 8. Cinta métrica Cescorf.

3.4.1.3.1. Perímetro del brazo relajado

A nivel de la línea medio-acromial (tomando antes los puntos acromial y radial) y con la cinta perpendicular al eje longitudinal del húmero (19).

3.4.1.3.2. Perímetro del tórax

A nivel de la marca mesoesternal. El participante realiza una abducción de hombros para poder pasar la cinta detrás del tórax en un plano casi horizontal. Se toma la medida al final de una espiración normal (19).

3.4.1.3.3. Perímetro de la cintura

Se realiza en el nivel del punto más estrecho entre la última costilla y la cresta iliaca. La medición se realiza al final de una espiración normal, con los brazos relajados a los lados del cuerpo (19).

3.4.1.3.4. Perímetro abdominal medio

La cinta va paralela al suelo a nivel del ombligo. La medición se realiza al final de una espiración normal.

3.4.1.3.5. Perímetro de la cadera

Tomado al nivel del máximo relieve de los músculos glúteos. El evaluador se pone al lado del sujeto para asegurar que la cinta se mantenga en el plano horizontal (19).

3.4.1.3.6. Perímetro del muslo.

Se toma 1 cm por debajo del pliegue glúteo, perpendicular al eje longitudinal del muslo (19).

3.4.1.3.7. Perímetro del gemelo

Es el perímetro máximo de la pierna. El máximo perímetro se encuentra usando los dedos medios para manipular la posición de la cinta en una serie de mediciones hacia arriba y hacia abajo, hasta identificar la circunferencia máxima (19).

3.4.1.4. Porcentaje de grasa

3.4.1.4.1. Bioimpedancia eléctrica

Se utilizó la Tanita BC-601 (figura 7). Y se les pidió que siguieran las siguientes normas (16):

- No comer ni beber en las 4 horas previas al test.
- No realizar ejercicio extenuante las 12 horas antes.

- Orinar 30 minutos antes del test.
- No consumir alcohol 48 horas antes.
- No tomar diuréticos 7 días antes.
- Retirar todo elemento metálico del cuerpo.

3.4.1.4.2. Pliegues

Debido a que las participantes son obesas y las características del panículo adiposo en este tipo de muestra son especiales, la toma de pliegues no se considera la aproximación más correcta. Por lo tanto se propone utilizar la fórmulas de Weltam (ecuación 1), basadas en perímetros corporales (16) para mujeres:

$$\%GC = 0,11077(PAbd \text{ medio (cm)}) - 0,17666(Talla \text{ (m)}) + 0,14354(Peso \text{ (Kg)}) + 51,03301$$

%GC (% de grasa corporal); PAbd (perímetro abdominal)

Ecuación 1. Calcular el %GC en personas obesas.

3.4.1.5. IMC

Según la OMS el IMC proporciona la medida más útil de sobrepeso y obesidad. Utiliza la altura y el peso del sujeto para estimar el grado de sobrepeso del sujeto (ecuación 2).

$$IMC = \frac{Peso \text{ (kg)}}{Estatura \text{ (m)}^2}$$

Ecuación 2. Calcular el IMC.

Los valores de referencia se encuentran en la tabla 1.

3.4.1.6. Índice cintura/cadera (ICC)

Es la relación de dividir el perímetro de la cintura entre el perímetro de la cadera (ecuación 3).

$$ICC = \frac{\text{Perímetro cintura (cm)}}{\text{Perímetro cadera (cm)}} \times 100$$

Ecuación 3. Calcular el ICC

3.4.1.7. Índice cintura/altura

$$\text{Índice cintura – altura} = \frac{\text{Perímetro cintura (cm)}}{\text{Altura (cm)}}$$

Ecuación 4. Calcular el Índice cintura-altura.

Cuando el valor supera 0,5 se considera que la persona está en riesgo de salud.

3.4.2. Pruebas físicas

Se realizaron test para medir el estado cardiovascular, de resistencia muscular y flexibilidad de las participantes.

3.4.2.1. Valoración cardiovascular

3.4.2.1.1. Índice cardiaco de Ruffier

Es un índice de aptitud cardiovascular que evalúa la adaptación cardiaca al esfuerzo. Consiste en realizar 30 flexiones de rodillas durante 45". En la flexión de rodillas los muslos tienen que quedar paralelos al suelo y la espalda recta. Se mide la frecuencia cardiaca antes de comenzar la prueba (FC antes), inmediatamente al terminar (FC final) y un minuto después de terminar (FC 1') (59)(ecuación 5). Según el resultado de la fórmula podemos comprobar el estado de condición física (tabla 11).

$$\frac{(FC \text{ antes} + FC \text{ final} + FC 1') - 200}{10}$$

Ecuación 5. Ecuación para calcular el Índice Cardiaco de Ruffier.

Tabla 11. Valores de referencia índice cardiaco de Ruffier.

Índice	Condición
<5	Muy Buena
Entre 5 y 10	Buena
Entre 10 y 15	Débil
>15	Muy Débil

3.4.2.1.2. *Harvard Step Test*

Consiste en subir a un escalón de 50 cm de alto durante 5 minutos con una frecuencia de 30 veces por minuto (59). Se mide la frecuencia cardiaca (FC) en el minuto uno, en el dos y en el cuatro después de terminar la prueba (ecuación 6). Según el resultado podemos comprobar el índice de eficiencia (tabla 12).

$$\frac{\text{Duración (segundos)} \times 100}{2 \times \text{Suma de FC en 1', 2' y 4'}}$$

Ecuación 6. Ecuación para calcular el índice de eficiencia del Harvard Step Test.

Tabla 12. Valores de referencia de Harvard Step Test.

Resultado	Eficiencia
>90	Excelente
Entre 55 y 90	Normal
<55	Pobre

3.4.2.2. Valoración de la resistencia muscular

Se pretendía utilizar en un principio el Test de Resistencia Dinámica de *Heyward* (60)(tabla 14) pero las participantes no podían hacer ninguna repetición en algunos de los ejercicios con el peso que recomienda el test, por lo que se modificó y se valoraron las repeticiones que se hicieron para una carga dada inferior a la del test nombrado anteriormente (tabla 13). Antes de comenzar el entrenamiento sólo se evaluaron los ejercicios de flexiones con rodillas apoyadas y encogimiento frontal abdominal.

Tabla 13: Cargas modificadas del Test de Resistencia Dinámica de Heyward.

Ejercicio	Peso utilizado
Curl de bíceps	25% del peso corporal
Press banca	30 kg
Jalón anterior	30 kg
Extensión de rodillas	15 kg
Flexión de rodillas	15 kg
Encogimiento abdominal	Sin peso

Tabla 14. Ejercicios a utilizar para el Test de Resistencia Dinámica de Heyward. Modificada de Heyward VH., 2008.

Ejercicio	Peso Hombres	Peso Mujeres
Curl de bíceps	33% del peso corporal	25% del peso corporal
Press banca	66% del peso corporal	50% del peso corporal
Jalón anterior	66% del peso corporal	50% del peso corporal
Extensión de rodillas	50% del peso corporal	50% del peso corporal
Flexión de rodillas	33% del peso corporal	33% del peso corporal
Encogimiento abdominal	Sin peso	

3.4.2.3. Valoración de la flexibilidad

3.4.2.3.1. YMCA Sit and Reach Test

Sirve para medir la flexibilidad lumbar e isquiotibial (60). Modificación del *Sit and Reach*. En esta prueba se utiliza una cinta métrica en vez de la caja. Los participantes se sientan en el suelo con una separación entre los pies de 30 cm. Los talones tienen que estar colocados a 38 cm del inicio de la cinta métrica. Los participantes tienen que hacer una flexión de cadera y columna y tocar con los dedos de las manos el punto más alejado posible de la cinta métrica.

3.4.2.3.2. Back Scratch

Sirve para medir la flexibilidad de los hombros (60). De pie. El participante tiene que intentar tocarse por la espalda los dedos de las manos. Una mano pasa por detrás del hombro de su mismo lado (con la palma de la mano mirando hacia su espada) y la

otra pasa por detrás de la escápula de su mismo lado (con el dorso de la mano mirando hacia su espalda). En la tabla 15 observamos el grado de movilidad según los centímetros que han quedado de separación entre sus dedos.

Tabla 15. Grado de movilidad según el Back Scratch.

Distancia entre dedos en cm	Movilidad
0	Movilidad alta
Entre 1 y 14	Movilidad normal
15 o más	Movilidad baja

3.4.3. Gasto energético

El gasto energético en los entrenamientos se midió con el acelerómetro Bodymedia Link Armband (figura 9). Se coloca el brazalete en el brazo derecho de la persona a la que queremos medir el gasto energético. Para ver las kcal que ha gastado durante el entrenamiento, se conecta el dispositivo al ordenador y mediante el software BodyMedia SYNC Software obtenemos los resultados.



Figura 9. BodyMedia Link Armband.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados se muestra la variación con respecto al valor inicial en porcentaje, aunque a veces también se muestra el cambio neto.

4.1. Peso corporal, IMC y porcentaje de grasa.

Hubo una disminución de 5,3 (-6,15% con respecto al peso total) y 5,69 (-6,32%) kg de peso corporal para ET y EG respectivamente (tabla 16 y figura 10). La recomendación de la ACSM (34) es que haya una reducción de 0,5-0,9 kg a la semana, es decir, que en dos meses y medio habría que reducir 5 kg, y eso es lo que ha ocurrido. Por lo que podemos concluir que ambos entrenamientos son eficaces para conseguir una pérdida de peso saludable sin necesidad de hacer ningún tipo de dieta, al menos en las dos participantes de este trabajo. También se observa que en la última medición la participante ET aumenta un poco su peso (+0,4 kg). No sabemos a qué puede ser debido. Quizás a que a la hora de realizar un entrenamiento de fuerza tradicional la variedad en los ejercicios es mucho menor que a la hora de realizar un entrenamiento con ejercicios más globales, por lo que quizás el cuerpo se adapte antes al entrenamiento y las mejoras podrían ser menores. Como ya sabemos, producir una variación continua de los estímulos (principio de variedad) es imprescindible para que la adaptación no disminuya ni tampoco lo haga el efecto sobre el organismo (61). Hubiera sido interesante continuar algunas semanas más con el programa de entrenamiento para observar si continuaba siendo eficaz para bajar de peso o no.

Tabla 16. Resultados de pérdida de peso.

Semanas de entrenamiento	Peso corporal (kg)	
	Entrenamiento tradicional (ET)	Entrenamiento global (EG)
Semana 1	86,20	90,10
Semana 2	84,30	88,40
Semana 4	83,00	88,10
Semana 6	81,60	87,20
Semana 8	80,50	86,00
Semana 10	80,90	84,40
Pérdida de peso total	5,30	5,70

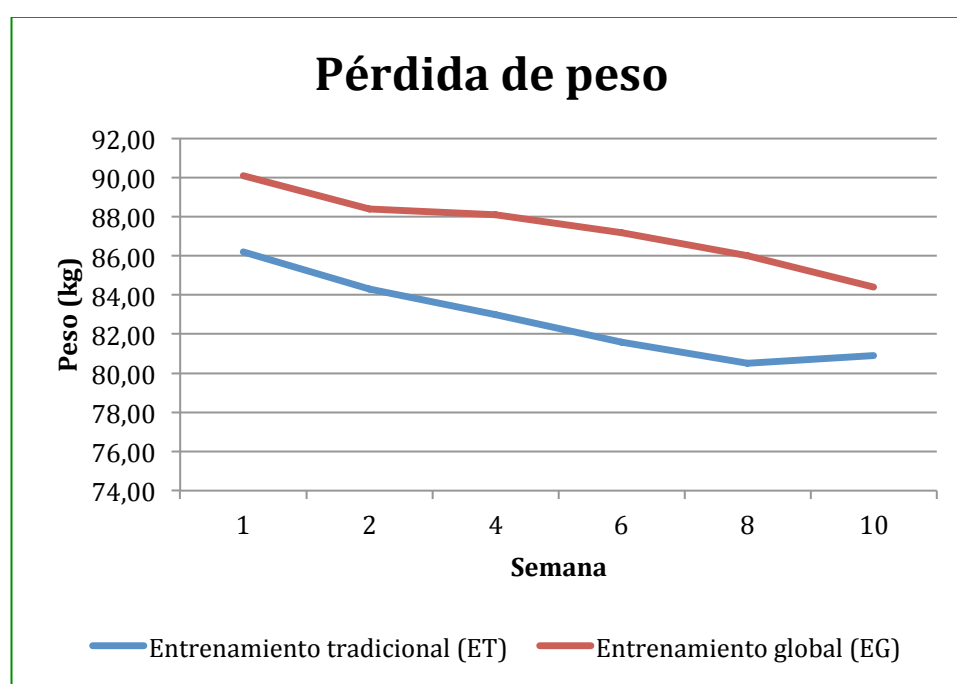


Figura 10. Evolución del peso corporal a lo largo de las 10 semanas de entrenamiento en las dos participantes del trabajo.

Al disminuir el peso corporal el IMC también lo hizo (tabla 17), ya que la altura de las participantes continuaba siendo la misma. El IMC pasó de 33,17 a 31,21 kg/m² (cambio neto: -1,96) en la participante ET y de 35,86 a 33,80 (kg/m²) (cambio neto: -2,06) en la participante EG. Es decir, que ambas participantes al final del programa de entrenamiento continuaban en obesidad grado 1. Por lo que dos meses y medio no es suficiente para conseguir un IMC saludable en personas obesas realizando únicamente un entrenamiento de fuerza.

Tabla 17. Evolución del IMC a lo largo de las 10 semanas de entrenamiento.

Semanas	IMC (kg/m ²)	
	Entrenamiento tradicional (ET)	Entrenamiento global (EG)
Semana 1	33,17	35,86
Semana 2	32,92	35,59
Semana 4	31,82	35,06
Semana 6	31,63	34,93
Semana 8	31,24	34,44
Semana 10	31,21	33,80

El porcentaje de grasa medido con bioimpedancia eléctrica pasó de 45,70% a 41,60% (cambio neto: -4,10%) en la participante ET y de 46,2% a 42,7% (cambio neto: -3,50%) en la participante EG (figura 11). Si hacemos el cálculo en kg de grasa corporal, la participante ET tenía 39,39 kg de grasa y pasó a 33,65 kg, por lo que perdió 5,7 kg de grasa; y la participante EG tenía 41,6 kg de grasa y pasó a 42,7 kg, por lo que perdió 5,5 kg de grasa. Así que podemos ver como ambas participantes todo el peso que perdieron fue grasa y no perdieron masa magra. Y medido con perímetros la disminución fue de 1,33% de grasa corporal para ambas.

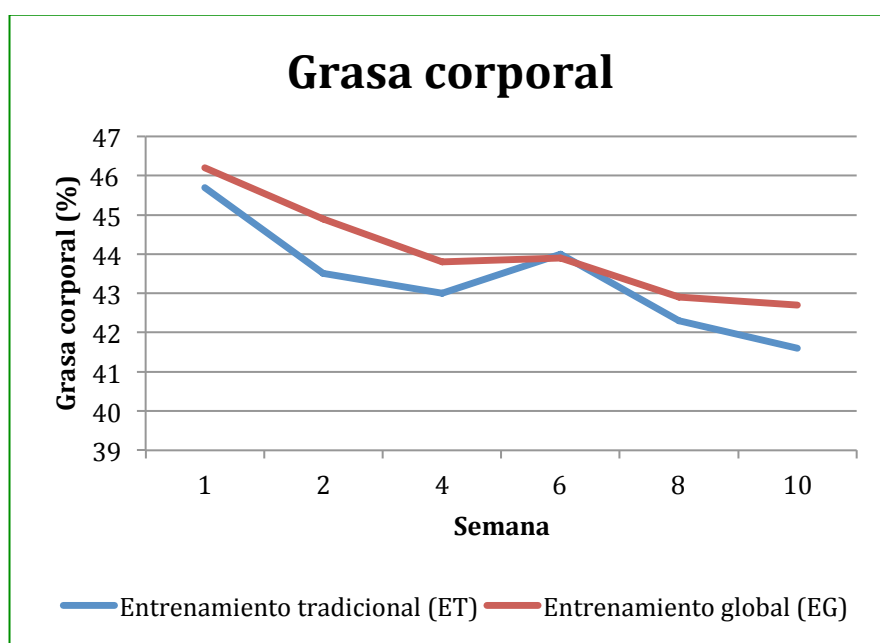


Figura 11. Evolución de la grasa corporal a lo largo de las 10 semanas de entrenamiento en las dos participantes del trabajo.

Sólo habiendo utilizado ejercicios de fuerza, sin nada de trabajo aeróbico y sin incluir ningún tipo de dieta, los resultados son muy positivos. Por lo que seguramente, si hubieran realizado ejercicio aeróbico, la pérdida de peso y grasa corporal hubiera sido mayor. No se incluyó en los entrenamientos absolutamente nada de entrenamiento cardiovascular (ya sea correr, elíptica, etc.) para que este tipo de entrenamiento no influyera en los resultados obtenidos. Pero como es sabido, lo más eficaz para obtener pérdidas de peso muy significativas es combinar el entrenamiento aeróbico junto con el entrenamiento de fuerza (6,7).

También se pudo observar mediante preguntas diarias a las participantes que no se siguieron las consignas de actividad física. Siguieron llevando la misma vida que llevaban antes sin incluir nada más de actividad física en su día a día.

En cuanto a la nutrición, fue difícil seguir los consejos nutricionales que se les sugirió ya que ambas comían fuera de casa. Se les dijo que es preferible que se llevaran la comida de casa antes que comer en restaurantes, pero no hicieron caso a esta recomendación.

Posiblemente si se hubieran seguido las recomendaciones de actividad física y nutrición los resultados podrían haber sido mucho mejores.

4.2. Perímetros e índice cintura/altura.

Como podemos observar en las tablas 18 y 19 los perímetros de ambas participantes disminuyeron durante todo el periodo de entrenamiento. Los más significativos fueron el de la cintura, con una reducción de 6,5 y 4,5 cm para ET y EG respectivamente; y el abdominal medio con una reducción de 4,5 y 6,2 cm para ET y EG respectivamente.

Tabla 18. Resultados de perímetros I.

SEMANAS	Pecho (cm)		Cintura (cm)		Cadera (cm)	
	ET	EG	ET	EG	ET	EG
Semana 1	99,0	99,0	82,5	89,8	123,0	121,5
Semana 2	100,5	99,5	80,5	89,0	121,5	122,0
Semana 4	98,8	100,0	79,6	88,7	120,6	121,0
Semana 6	98,5	100,6	77,3	88,0	118,5	120,6
Semana 8	95,5	98,2	76,0	86,2	117,5	120,1
Semana 10	96,7	96,3	76,0	85,3	118,6	118,8
ET: Entrenamiento tradicional; EG: Entrenamiento global.						

Tabla 19. Resultados de perímetros II.

Semana	Abdominal (cm)		Muslo (cm)		Brazo (cm)		Gemelo (cm)	
	ET	EG	ET	EG	ET	EG	ET	EG
1	95,0	109,0	73,2	73,5	35,5	37,0	43,5	43,0
2	94,0	107,9	71,5	73,2	36,0	37,7	42,5	43,2
4	91,5	108,5	72,0	73,0	35,6	36,5	43,0	43,5
6	91,0	106,5	71,5	74,0	35,7	36,5	42,0	44,0
8	90,5	104,3	72,4	73,0	35,3	36,4	41,3	43,0
10	90,5	102,8	72,4	72,8	35,2	36,2	42,0	43,0
ET: Entrenamiento tradicional; EG: Entrenamiento global.								

Como hubo una disminución del perímetro de la cintura también se observó una disminución del índice cintura/altura. Esta disminución fue de 0,04 y 0,03 para ET y EG respectivamente. La participante ET pasó de 0,51 a 0,47 por lo que consiguió bajar de 0,5 que es lo considerado como riesgo. Y la participante EG pasó de 0,56 a 0,53 por lo que no bajó de 0,5.

El índice cintura/cadera también disminuyó en ambas participantes (tabla 20). Esto es porque el perímetro de la cintura les disminuyó más que el de la cadera. Aunque como podemos ver, la participante ET se encuentra siempre en valores de delgadez y la participante EG en valores óptimos (tabla 4). Esto es debido a que las mujeres suelen acumular la mayor parte de la grasa corporal en la zona de la cadera, por lo que el ICC será más bajo.

Tabla 20. Resultados de ICC.

Semanas	ICC (cm)	
	Entrenamiento tradicional (ET)	Entrenamiento global (EG)
Semana 1	67,07	73,91
Semana 2	66,26	72,95
Semana 4	66	73,31
Semana 6	65,23	72,97
Semana 8	64,68	71,77
Semana 10	64,08	71,8

4.3. Índice cardiaco de *Ruffier*

La primera medición fue de 21,60 y de 18,60 para ET y EG respectivamente. La segunda medición un mes después fue de 18,20 (-15,74%) y de 14,2 (-23,65%) para ET y EG respectivamente. Y la última medición dos meses y medio después fue de 13,90 (-35,64%) y de 17,7 (-4,83%) para ET y EG respectivamente con respecto a la primera medición (tabla 21 y figura 12). Como se puede observar, ambos entrenamientos mejoraron la capacidad de recuperar la frecuencia cardiaca a su estado de reposo. En la primera medición lo hizo más el EG y en la última el ET. El EG en la última no sólo no disminuyó el índice sino que lo aumentó. Esto puede ser debido a un periodo de estrés en el trabajo por el que estaba pasando la participante de EG, ya que este día, al medir su frecuencia cardiaca en reposo estaba muy elevada en comparación con los días anteriores.

Tabla 21. Resultados del Índice cardiaco de Ruffier.

Semana	Índice cardiaco de Ruffier	
	Entrenamiento tradicional (ET)	Entrenamiento global (EG)
1	21,6	18,6
4	18,2	14,2
10	13,9	17,7

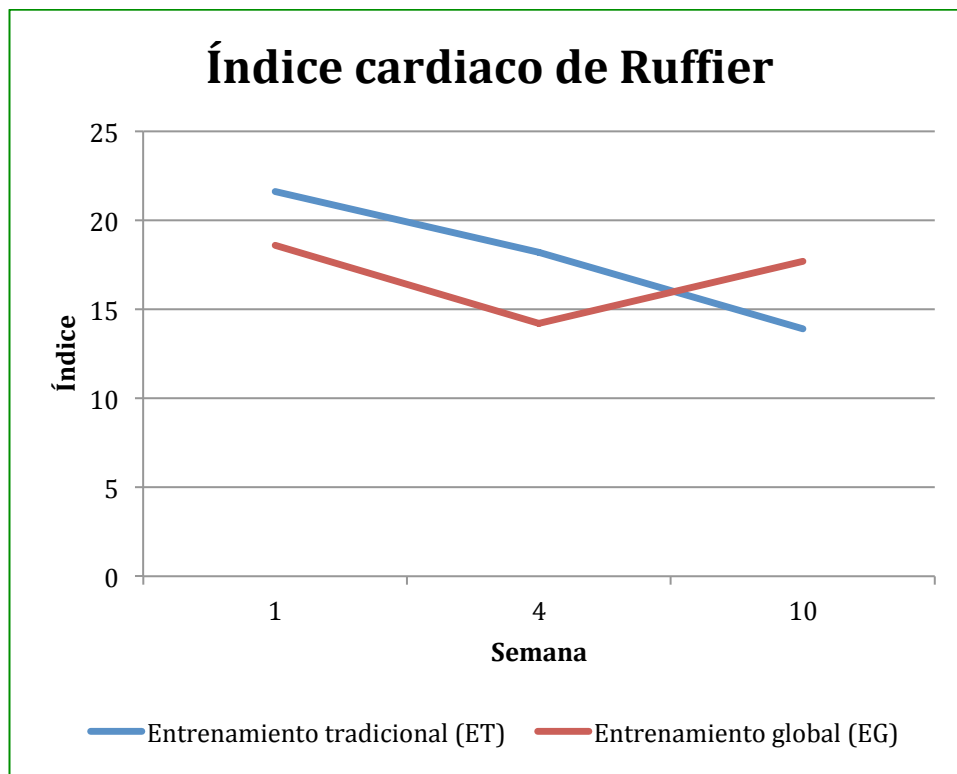


Figura 12. Resultados del índice cardiaco de Ruffier.

4.4. Harvard Step Test

Este test se eliminó como test válido en estas participantes. La primera medición se pudo realizar con las dos participantes, mientras que en la segunda medición hubo que parar la prueba con la participante ET ya que le dolía la rodilla al subir al escalón (seguramente debido al desgaste del cartílago rotuliano). Y al día siguiente de la segunda medición la participante EG también comenzó con dolor de rodillas. La única posibilidad es que el dolor en las rodillas provenga de este test, ya que todos los demás ejercicios acostumbraban a hacerlos en los entrenamientos y nunca tuvieron ningún dolor durante el entrenamiento ni en los días posteriores.

4.5. Valoración de la resistencia muscular.

Se pretendía utilizar en un principio el Test de Resistencia Dinámica de Heyeward (60) pero las participantes no podían hacer ninguna repetición en algunos de los ejercicios con el peso que recomienda el test, por lo que se modificó y se valoraron las repeticiones máximas realizadas para una carga inferior a la del test

nombrado anteriormente. Estos son los resultados obtenidos para los distintos ejercicios:

Para el ejercicio de encogimiento frontal abdominal la primera medición fue de 33 y 31 repeticiones, la segunda medición fue de 61 (+84,84%) y 56 (+80,64%) repeticiones y la tercera de 79 (+139,39%) y 48 (+54,83%) repeticiones para ET y EG respectivamente con respecto a la primera (tabla 22).

Tabla 22. Resultados del ejercicio encogimiento frontal abdominal.

Semana	Repeticiones	
	Entrenamiento tradicional (ET)	Entrenamiento global (EG)
1	33	31
4	61	56
10	79	48

Para el ejercicio de flexiones de brazos con rodillas apoyadas la primera medición fue de 10 y 5 repeticiones, la segunda medición fue de 16 (+60%) y 8 (+60%) repeticiones y la tercera de 20 (+100%) y 15 (+200%) repeticiones para ET y EG respectivamente con respecto a la primera (tabla 23).

Tabla 23. Resultados del ejercicio flexiones de brazos con rodillas apoyadas.

Semana	Repeticiones	
	Entrenamiento tradicional (ET)	Entrenamiento global (EG)
1	10	5
4	16	8
10	20	15

Para el ejercicio de curl de bíceps la primera medición fue de 5 repeticiones para ambas y la segunda medición fue de 8 (+60%) y 4 (-20%) repeticiones para ET y EG respectivamente (tabla 24).

Tabla 24. Resultados del ejercicio curl de bíceps.

Semana	Repeticiones	
	Entrenamiento tradicional (ET)	Entrenamiento global (EG)
4	5	5
10	8	4

Para el ejercicio de press de banca la primera medición fue de 2 y 4 repeticiones y la segunda de 10 (+400%) y 4 (+0%) repeticiones para ET y EG respectivamente (tabla 25).

Tabla 25. Resultados del ejercicio press de banca.

Semana	Repeticiones	
	Entrenamiento tradicional (ET)	Entrenamiento global (EG)
4	2	4
10	10	4

Para el ejercicio de jalón al pecho la primera medición fue de 17 y 19 repeticiones y la segunda de 19 (+11,76%) y 19 (+0%) repeticiones para ET y EG respectivamente (tabla 26).

Tabla 26. Resultados del ejercicio jalón al pecho.

Semana	Repeticiones	
	Entrenamiento tradicional (ET)	Entrenamiento global (EG)
4	17	19
10	19	19

Para el ejercicio de extensión de rodillas la primera medición fue de 23 y 28 repeticiones y la segunda de 24 (+4,34%) y 27 (-3,58%) repeticiones para ET y EG respectivamente (tabla 27).

Tabla 27. Resultados del ejercicio extensión de rodillas.

Semana	Repeticiones	
	Entrenamiento tradicional (ET)	Entrenamiento global (EG)
4	23	28
10	24	27

Para el ejercicio de flexión de rodillas la primera medición fue de 23 y 19 repeticiones y la segunda de 23 (+0%) y 15 (-21,06%) repeticiones para ET y EG respectivamente (tabla 28).

Tabla 28. Resultados del ejercicio flexión de rodillas.

Semana	Repeticiones	
	Entrenamiento tradicional (ET)	Entrenamiento global (EG)
4	23	19
10	23	15

Se puede observar que en la última medición la participante EG obtuvo peores resultados que en las primeras mediciones. Esto puede ser debido a que la participante EG realizó la última valoración física un día después del último entrenamiento, por lo que esto pudo conllevar que el día de la valoración física estuviera más cansada. Lo lógico hubiera sido que ambas participantes aumentaran sus niveles de fuerza debido al programa de entrenamiento realizado, tal y como se observa en la participante ET, que aumentó considerablemente el número de repeticiones en la mayoría de los ejercicios realizados.

Ambas participantes obtuvieron una mejora superior en la segunda medición con respecto a la primera, que en la tercera con respecto a la segunda. Esto es debido a que al comienzo de un programa de entrenamiento las mejoras son mucho más notables ya que el estado de forma de las personas es mucho menor (por lo que tienen mucho más rango de mejora). Además, sabemos que las mayores ganancias de fuerza se obtienen entre la cuarta y octava semana después del comienzo de un programa de entrenamiento de fuerza (58).

4.6 YMCA Sit and Reach Test

La primera medición fue de 38 y 30 cm, la segunda de 35 (-7,89%) y 25 (-16,66%) cm, y la tercera de 31 (-18,42%) y 22 (-26,66%) cm para ET y EG respectivamente con respecto a la primera medición (tabla 29). Ambos entrenamientos aumentaron la flexibilidad de los extensores de cadera de las participantes, siendo mayor para la participante EG. Al finalizar cada entrenamiento se incidía mucho en estirar bien la musculatura posterior del muslo y cadera (Isquiotibiales y glúteos) ya que es una musculatura que suele estar muy acortada en personas sedentarias y esto conlleva grandes problemas para la espalda.

Tabla 29. Resultados del YMCA Sit and Reach Test.

Semana	Centímetros	
	Entrenamiento tradicional (ET)	Entrenamiento global (EG)
1	38	30
4	35	25
10	31	22

4.7. Back Scratch

La primera medición fue de 11 y -1 cm, la segunda de 14 y 6 cm, y la tercera de 13 y 1 cm para ET y EG respectivamente (tabla 30). Ambos entrenamientos disminuyeron la flexibilidad de los hombros en la segunda medición. Esto puede ser debido a que no se dedicaba tanto tiempo a estirar la musculatura de la articulación del hombro como se dedicaba a estirar la del tren inferior. A partir de la segunda medición, cuando se observó que la flexibilidad empeoró, se intentó dedicar más tiempo al final de todos los entrenamientos para que la flexibilidad de los hombros no siguiera disminuyendo y, a poder ser, que mejorara como así se puede ver que ocurrió.

Estos resultados difieren de otros en los que se puede observar que realizando un entrenamiento únicamente de fuerza la flexibilidad no disminuye (en este caso sí que lo hace) (62-64). Sin embargo, en cuanto se empieza a trabajar la flexibilidad de una forma más específica las mejoras son visibles, en similitud a otros estudios (62).

Tabla 30. Resultados del Back Scratch test.

Semana	Centímetros	
	Entrenamiento tradicional (ET)	Entrenamiento global (EG)
1	11	-1
4	14	6
10	13	1

4.8. Gasto energético

El gasto energético total de todos los entrenamientos medidos (23 para cada una) fue de 5.106 y 5.607 kcal para ET y EG respectivamente.

Como se puede observar (tabla 31), el entrenamiento con ejercicios globales tenía un mayor gasto energético en la mayoría de los entrenamientos que el entrenamiento tradicional. Esto es debido a que la musculatura implicada en los ejercicios era mayor. En los seis primeros entrenamientos que corresponden a las dos primeras semanas (periodo de adaptación), podemos ver que ambas participantes tenían prácticamente el mismo gasto calórico. Esto es debido a que ambas realizaban un entrenamiento tradicional ya que posiblemente fuera lo más seguro para este periodo. Y a partir del séptimo entrenamiento (tercera semana y comienzo de adaptación anatómica con orientación metabólica) fue cuando la participante EG comenzó a realizar los ejercicios globales.

Cabe destacar que la participante que realizó el ET, hizo la mayoría de los ejercicios de pie en vez de sentada que es lo que se suele prescribir normalmente en la mayoría de los centros deportivos. Por lo que si los ejercicios los hubiera realizado sentada, seguramente el gasto energético total hubiera sido todavía menor.

Tabla 31. Resultados de gasto energético.

ENTRENAMIENTO	CALORÍAS GASTADAS (Kcal)	
	Entrenamiento tradicional	Entrenamiento global
1	238	229
2	263	247
3	241	219
4	230	268
5	221	215
6	269	263
7	216	241
8	212	252
9	222	282
10	193	274
11	183	245
12	216	258
13	216	255
14	253	271
15	204	224
16	242	268
17	200	214
18	227	279

ENTRENAMIENTO	CALORÍAS GASTADAS (Kcal)	
	Entrenamiento tradicional	Entrenamiento global
19	211	234
20	225	211
21	236	214
22	194	236
23	194	208
TOTAL	5106	5607

5. CONCLUSIONES

Los datos obtenidos en el presente TFG nos permiten concluir lo siguiente:

Realizar un entrenamiento de fuerza (ya sea tradicional o con ejercicios más globales) tres días a la semana fue efectivo para lograr una pérdida de peso y grasa de una forma saludable sin necesidad de hacer dieta y/o entrenamiento aeróbico, en las dos mujeres participantes

Se consiguió un gasto energético ligeramente mayor durante el entrenamiento con ejercicios globales que con un entrenamiento de fuerza tradicional.

6. LIMITACIONES Y FUTUROS TRABAJOS EN ESTE CAMPO

Las principal limitación de este trabajo ha sido no tener acceso a la utilización de materiales más precisos para medir la composición corporal como puede ser el DEXA.

Por otro lado, el número de participantes ha sido muy bajo, debido a que no había suficientes medios materiales y de personal como para poder entrenar a más gente, por lo que no se pueden sacar unos resultados concluyentes y generalizables de este trabajo. Sería interesante realizar un trabajo similar con un mayor número de participantes. Si fuera posible realizarlo, sería conveniente tener un grupo de control, un grupo que siga sólo las consignas nutricionales y de actividad física, otro grupo que realice un entrenamiento de fuerza además de seguir las consignas nutricionales y de actividad física, y un último grupo que, además de realizar un entrenamiento de fuerza y de seguir las consignas nutricionales y de actividad física, realice ejercicio aeróbico durante los entrenamientos, es decir, que el volumen de entrenamiento de fuerza sea menor y que se compense con entrenamiento aeróbico.

7. APLICACIONES PRÁCTICAS

La utilización de un programa únicamente de fuerza podría ser eficaz para perder peso y/o grasa corporal. Por lo que en personas sedentarias y/u obesas que no puedan realizar ejercicio cardiovascular, ya sea porque se fatigan pronto o por problemas articulares, utilizar este tipo de entrenamiento les podría hacer perder peso además de mejorar otras variables como la fuerza, eficiencia cardiorrespiratoria, etc. Además, el tiempo empleado semanal no es muy elevado, por lo que casi cualquier persona podría dedicar tres horas a la semana a realizar este tipo de entrenamiento.

8. BIBLIOGRAFÍA

- (1) World Health Organization. Physical status: The use of and interpretation of anthropometry, Report of a WHO Expert Committee. 1995.
- (2) Gonzalez M, Benito PJ., Meléndez A. Obesidad. In: Chicharro JL, editor. Fisiología clínica del ejercicio: Ed. Médica Panamericana; 2008. p. 280-300.
- (3) Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM. Appropriate Physical Activity Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(2):459; 459-471; 471.
- (4) Vissers D, Hens W, Taeymans J, Baeyens J, Poortmans J, Van Gaal L. The effect of exercise on visceral adipose tissue in overweight adults: a systematic review and meta-analysis. *PloS one* 2013;8(2):e56415.
- (5) Ismail I, Keating S, Baker M, Johnson N. A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. *Obesity reviews* 2012;13(1):68-91.
- (6) Ho S, Dhaliwal S, Hills A, Pal S. The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. *BMC Public Health* 2012;12(1):704.
- (7) Schwingshackl L, Dias S, Strasser B, Hoffmann G. Impact of Different Training Modalities on Anthropometric and Metabolic Characteristics in Overweight/Obese Subjects: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *PloS one* 2013;8(12):e82853.
- (8) Basterra-Gortari FJ, Beunza JJ, Bes-Rastrollo M, Toledo E, García-López M, Martínez-González MA. Increasing trend in the prevalence of morbid obesity in Spain: from 1.8 to 6.1 per thousand in 14 years. *Revista Española de Cardiología (English Edition)* 2011;64(5):424-426.

- (9) Saura J, Isidro F, Heredia J, Segarra V. Evidencias científicas sobre la eficacia y seguridad de la dieta proteinada. Dieta proteinada y ejercicio físico. Revista Andaluza de Medicina del Deporte 2014;7(1):27-32.
- (10) Sánchez-Cruz J, Jiménez-Moleón JJ, Fernández-Quesada F, Sánchez MJ. Prevalence of child and youth obesity in Spain in 2012. Revista Española de Cardiología (English Edition) 2013;66(5):371-376.
- (11) Lehnert T, Sonntag D, Konnopka A, Riedel-Heller S, König H. Economic costs of overweight and obesity. Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism 2013.
- (12) Singh S, Somers VK, Clark MM, Vickers K, Hensrud DD, Korenfeld Y, et al. Physician diagnosis of overweight status predicts attempted and successful weight loss in patients with cardiovascular disease and central obesity. Am Heart J 2010;160(5):934-942.
- (13) Lopez-Jimenez F, Miranda WR. Diagnosing obesity: beyond BMI. Virtual Mentor 2010;12(4):291.
- (14) Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. Am J Clin Nutr 2000 Sep;72(3):694-701.
- (15) Flegal KM, Shepherd JA, Looker AC, Graubard BI, Borrud LG, Ogden CL, et al. Comparisons of percentage body fat, body mass index, waist circumference, and waist-stature ratio in adults. Am J Clin Nutr 2009 Feb;89(2):500-508.
- (16) Cruz JRA, Armesilla MDC, de Lucas AH. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte 2009(131):166-179.

- (17) Janssen I, Katzmarzyk PT, Ross R. Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *Am J Clin Nutr* 2004 Mar;79(3):379-384.
- (18) Zhu S, Wang Z, Heshka S, Heo M, Faith MS, Heymsfield SB. Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the third National Health and Nutrition Examination Survey: clinical action thresholds. *Am J Clin Nutr* 2002 Oct;76(4):743-749.
- (19) Norton K, Olds T, Mazza JC, Cuesta G, Palma M. Antropométrica: un libro de referencia sobre mediciones corporales humanas para la educación en deportes y salud. : Biosystem Servicio Educativo; 2000.
- (20) Lean ME, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ* 1995 Jul 15;311(6998):158-161.
- (21) Ashwell M, Lejeune S, McPherson K. Ratio of waist circumference to height may be better indicator of need for weight management. *BMJ* 1996 Feb 10;312(7027):377.
- (22) Crujeiras AB, Goyenechea E, Abete I, Lage M, Carreira MC, Martínez JA, et al. Weight regain after a diet-induced loss is predicted by higher baseline leptin and lower ghrelin plasma levels. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2010;95(11):5037-5044.
- (23) Volek JS, Quann EE, Forsythe CE. Low-carbohydrate diets promote a more favorable body composition than low-fat diets. *Strength & Conditioning Journal* 2010;32(1):42-47.
- (24) McAuley KA, Hopkins CM, Smith KJ, McLay RT, Williams SM, Taylor RW, et al. Comparison of high-fat and high-protein diets with a high-carbohydrate diet in insulin-resistant obese women. *Diabetologia* 2005 01/01;48(1):8-16.
- (25) Anta O, Rosa M, López-Sobaler AM, Pérez-Farinós N. Associated factors of obesity in Spanish representative samples. *Nutricion Hospitalaria* 2013;28.

- (26) Cappuccio FP, Taggart FM, Kandala NB, Currie A, Peile E, Stranges S, et al. Meta-analysis of short sleep duration and obesity in children and adults. *Sleep* 2008 May;31(5):619-626.
- (27) Theorell-Haglöw J, Berglund L, Janson C, Lindberg E. Sleep duration and central obesity in women – Differences between short sleepers and long sleepers. *Sleep Med* 2012 9;13(8):1079-1085.
- (28) Swift DL, Swift D, Johannsen N, Lavie C, Earnest C. The Role of Exercise and Physical Activity in Weight Loss and Maintenance. *Prog Cardiovasc Dis* 2014 -01-01;56(4):441; 441-447; 447.
- (29) Andersen RE, Wadden TA, Bartlett SJ, Zemel B, Verde TJ, Franckowiak SC. Effects of lifestyle activity vs structured aerobic exercise in obese women: a randomized trial. *JAMA* 1999;281(4):335-340.
- (30) Calleja Fernandez A, Vidal Casariego A, Cano Rodriguez I, Ballesteros Pomar MD. One-year effectiveness of two hypocaloric diets with different protein/carbohydrate ratios in weight loss and insulin resistance. *Nutr Hosp* 2012 Nov-Dec;27(6):2093-2101.
- (31) Wadden TA, Vogt RA, Andersen RE, Bartlett SJ, Foster GD, Kuehnel RH, et al. Exercise in the treatment of obesity: effects of four interventions on body composition, resting energy expenditure, appetite, and mood. *J Consult Clin Psychol* 1997;65(2):269.
- (32) Pasiakos SM, Cao JJ, Margolis LM, Sauter ER, Whigham LD, McClung JP, et al. Effects of high-protein diets on fat-free mass and muscle protein synthesis following weight loss: a randomized controlled trial. *The FASEB Journal* 2013.
- (33) Shai I, Schwarzfuchs D, Henkin Y, Shahar DR, Witkow S, Greenberg I, et al. Weight loss with a low-carbohydrate, Mediterranean, or low-fat diet. *N Engl J Med* 2008;359(3):229-241.
- (34) Jakicic JM, Clark K, Coleman E, Donnelly JE, Foreyt J, Melanson E, et al. American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies for

weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(12):2145-2156.

(35) Ben Ounis O, Elloumi M, Amri M, Trabelsi Y, Lac G, Tabka Z. Impact of training and hypocaloric diet on fat oxidation and body composition in obese adolescents. *Science & Sports* 2009 0;24(3–4):178-185.

(36) Josse AR, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Increased consumption of dairy foods and protein during diet-and exercise-induced weight loss promotes fat mass loss and lean mass gain in overweight and obese premenopausal women. *J Nutr* 2011;141(9):1626-1634.

(37) Sousa N, Mendes R, Abrantes C, Sampaio J, Oliveira J. The Long-Term Effects Of Aerobic Training Versus Combined Training On Physical Fitness And Cardiovascular Diseases Risk Factors In Overweigh Elderly Men With High Blood Pressure. *British Journal of Sports Medicine* 2013 July 01;47(10):e3-e3.

(38) Willis LH, Slentz CA, Bateman LA, Shields AT, Piner LW, Bales CW, et al. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *J Appl Physiol* 2012;113(12):1831-1837.

(39) Avila JJ, Gutierrez JA, Sheehy ME, Lofgren IE, Delmonico MJ. Effect of moderate intensity resistance training during weight loss on body composition and physical performance in overweight older adults. *Eur J Appl Physiol* 2010;109(3):517-525.

(40) Hunter GR, Byrne NM, Sirikul B, Fernández JR, Zuckerman PA, Darnell BE, et al. Resistance Training Conserves Fat-free Mass and Resting Energy Expenditure Following Weight Loss. *Obesity* 2008;16(5):1045-1051.

(41) Yagi S, Kadota M, Aihara K, Nishikawa K, Hara T, Ise T, et al. Association of lower limb muscle mass and energy expenditure with visceral fat mass in healthy men. *Diabetology & metabolic syndrome* 2014;6(1):1-5.

- (42) Dietz P, Hoffmann S, Lachtermann E, Simon P. Influence of exclusive resistance training on body composition and cardiovascular risk factors in overweight or obese children: a systematic review. *Obes Facts* 2012;5(4):546-560.
- (43) Benson A, Torode M, Singh MF. The effect of high-intensity progressive resistance training on adiposity in children: a randomized controlled trial. *Int J Obes* 2008;32(6):1016-1027.
- (44) Farinatti PT, Castinheiras Neto AG. The effect of between-set rest intervals on the oxygen uptake during and after resistance exercise sessions performed with large- and small-muscle mass. *J Strength Cond Res* 2011 Nov;25(11):3181-3190.
- (45) American College of SM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(3):687-708.
- (46) Larsen TM, Dalskov S, van Baak M, Jebb SA, Papadaki A, Pfeiffer AF, et al. Diets with high or low protein content and glycemic index for weight-loss maintenance. *N Engl J Med* 2010;363(22):2102-2113.
- (47) Benelam B, Wyness L. Hydration and health: a review. *Nutr Bull* 2010 03;35(1):3-25.
- (48) Daniels MC, Popkin BM. Impact of water intake on energy intake and weight status: a systematic review. *Nutr Rev* 2010 09;68(9):505-521.
- (49) Jakubowicz D, Barnea M, Wainstein J, Froy O. High Caloric intake at breakfast vs. dinner differentially influences weight loss of overweight and obese women. *Obesity* 2013;21(12):2504-2512.
- (50) Garaulet M, Gómez-Abellán P, Alburquerque-Béjar JJ, Lee Y, Ordovás JM, Scheer FA. Timing of food intake predicts weight loss effectiveness. *Int J Obes* 2013;37(4):604-611.

- (51) Heredia JR, Isidro F, Peña G, Mata F, Moral S, Martín M, et al. Criterios básicos para el diseño de programas de acondicionamiento neuromuscular saludable en centros de fitness.
- (52) Saavedra C. Prescripción de Actividad Física en la Obesidad y las Alteraciones Metabólicas. PubliCE Standard 2003.
- (53) Gallagher PM, Touchberry CD, Teson K, McCabe E, Tehel M, Wacker MJ. Effects of an acute bout of resistance exercise on fiber-type specific GLUT4 and IGF-1R expression. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 2013;38(5):581-586.
- (54) Fisher J, Steele J, Bruce-Low S, Smith D. Evidence-based resistance training recommendations. *Med Sport* 2011;15(3):147-162.
- (55) Badillo JJG, Serna JR. La carga del entrenamiento. Bases de la programación del entrenamiento de fuerza: Inde; 2002. p. 127-156.
- (56) Lagally KM, Robertson RJ. Construct validity of the OMNI resistance exercise scale. *J Strength Cond Res* 2006 May;20(2):252-256.
- (57) Kirk EP, Donnelly JE, Smith BK, Honas J, Lecheminant JD, Bailey BW, et al. Minimal resistance training improves daily energy expenditure and fat oxidation. *Med Sci Sports Exerc* 2009 May;41(5):1122-1129.
- (58) Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009 -03-01;41(3):687-708.
- (59) Martínez JCS, Varela FJL, Arce JCL. Manual de valoración funcional: aspectos clínicos y fisiológicos. : Elsevier; 2006.
- (60) Heyward VH. Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio. : Ed. Médica Panamericana; 2008.
- (61) Benito P. Conceptos básicos del entrenamiento con cargas: de la musculación al wellness. Madrid: Kinesis 2008.

(62) Noóbrega AC, Paula KC, Carvalho ACG. Interaction between resistance training and flexibility training in healthy young adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2005;19(4):842-846.

(63) Raab S, Benton MJ, Waggener GT, Sanderson S. Effect of Resistance Training Frequency on Functional Flexibility in Middle-Aged Women. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42:413; 413-414; 414.

(64) Kim E, Dear A, Ferguson SL, Seo D, Bemben MG. Effects of 4 weeks of traditional resistance training vs. superslow strength training on early phase adaptations in strength, flexibility, and aerobic capacity in college-aged women. *J Strength Cond Res* 2011 Nov;25(11):3006-3013.

ANEXOS

ANEXO I: Toma de datos inicial para planificar el entrenamiento y asesoramiento

DATOS DEL DEPORTISTA

NOMBRE Y APELLIDOS		TELÉFONO	
FECHA DE NACIMIENTO		MAIL	
PROFESIÓN		EDAD	
SEXO		PESO	

NECESIDADES DEL DEPORTISTA

OBJETIVO A CONSEGUIR (Definirlo detalladamente)

--

¿HA INTENTADO LO MISMO UTILIZANDO OTROS MEDIOS? ¿CUÁLES?

--

¿EN CUÁNTO TIEMPO QUIERE LOGRAR LOS OBJETIVOS MARCADOS?

--

¿CÓMO QUIERE LOGRAR ESOS OBJETIVOS? (Actividades preferidas y odiadas)

--

¿TIENES EXPERIENCIA CON EL ENTRENAMIENTO CON CARGAS?

--

¿CUÁL ES SU DISPONIBILIDAD PARA VENIR A ENTRENAR AL CENTRO? ¿ES POSIBLE CONSEGUIR ESOS OBJETIVOS CON ESA DISPONIBILIDAD? SI NO LO ES, HABRÁ QUE PROPONER ALGUNA ACTIVIDAD FUERA DEL CENTRO SI AÚN NO LA REALIZA.

--

¿TIENES DISPONIBILIDAD PARA REALIZAR EJERCICIO FÍSICO FUERA DEL CENTRO DEPORTIVO?

--

HÁBITOS DEL DEPORTISTA

¿REALIZA ALGÚN OTRO TIPO DE ACTIVIDAD? ¿CUÁNTOS DÍAS A LA SEMANA?

--

DESCRIBE UN DÍA DE ENTRESEMANA

DESCRIBE UN DÍA DEL FIN DE SEMANA

ALIMENTACIÓN

DESCRIBIR EL DESAYUNO HABITUAL

DESCRIBIR ALMUERZO HABITUAL

DESCRIBIR LA COMIDA HABITUAL

DESCRIBIR MERIENDA HABITUAL

DESCRIBIR LA CENA HABITUAL

¿HABITUALMENTE TOMAS...?

Dulces (bollos, golosinas...)	
Refrescos	
Zumos	
Pan blanco	
Arroz	
Caramelos	
Snacks	
Pasta	
Maíz	
Patatas (fritas, cocidas...)	

Bebidas alcoholicas	
Embutidos (chorizo, salchichón...)	
Cereales	
Alimentos precocinados	
Fritos	
Fumas	

ANEXO II: Toma de datos para la valoración antropométrica y de composición corporal

FECHA	
SEXO	

PESO	
ALTURA	

PERÍMETROS			
PERÍMETRO DEL PECHO		PERÍMETRO DEL MUSLO	
PERÍMETRO DE LA CINTURA		PERÍMETRO DEL BRAZO	
PERÍMETRO DE LA CADERA		PERÍMETRO DEL GEMELO	
PERÍMETRO ABDOMINAL MEDIO			

PLIEGUES			
PLIEGUE SUBESCAPULAR		PLIEGUE ABDOMINAL	
PLIEGUE TRÍCEPS		PLIEGUE MUSLO	
PLIEGUE SUPRAESPINAL		PLIEGUE PIERNA MEDIAL	

PERÍMETROS CORREGIDOS			
PERÍMETRO DEL MUSLO			
PERÍMETRO DEL BRAZO			
PERÍMETRO DEL GEMELO			

VALORACIÓN			
IMC			
ÍNDICE CINTURA CADERA			
ÍNDICE CINTURA-ALTURA			
MASA MUSCULAR			
% PESO GRASO PLIEGUES			
% BIOIMPEDANCIA			
		No comer ni beber las 4 horas previas al test	
		No realizar ejercicio intenso 12 horas antes	
		Orinar 30 minutos antes del test	
		No consumir alcohol durante 48 horas antes	
		No tomar diuréticos 7 días antes	
		No realizar bioimpedancia en la fase lútea	
		Retirar todo elemento metálico del cuerpo	

ANEXO III: Toma de datos para la valoración de la condición física

VALORACIÓN CARDIOVASCULAR EN REPOSO			
FCREP			PAD
PAS			PAM
FECHA			FCMAX

VALORACIONES CARDIOVASCULARES EN EJERCICIO			
ÍNDICE CARDIACO DE RUFFIER: 30 flexiones de rodillas durante 45"			
FC antes			
FC al terminar		Índice	
FC 1' después			

HARVARD STEP TEST: Subir un escalón de 50cm durante 5' (30 veces por minuto)			
FCR 1'			
FCR 2'		Índice	
FCR 4'			

TEST DE COOPER: Máxima distancia posible en 12'			
Distancia recorrida en metros		VO2 máx (ml.kg.min)	

VALORACIÓN DE LA RESISTENCIA MUSCULAR		
Inexpertos		
Ejercicio	Nºrep	
Push up rodillas apoyadas		
Curl Up		

TES DE RESISTENCIA DINÁMICA DE HEYWARD (no pueden con ese peso en algunos ejercicios)		
Ejercicio	Peso	Nºrep
Curl de bíceps		
Press Banca (modificado 30kg)		
Jalón al pecho (30kg)		
Extensión de rodillas (15kg)		
Flexión de rodillas (15kg)		
Curl up		

VALORACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD	
YMCA Sit and Reach Test: Con cinta métrica	
Distancia (cm)	

Chair Sit and Reach Test (personas mayores)	
Distancia (cm)	

Back Scratch	
Distancia (cm)	